

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE
DE LYON

Année 1981 - N.51

Michel RAMPAUD

LE COMPORTEMENT DU RAT
(RATTUS NORVEGICUS)
EN SEMI - LIBERTÉ

THESE

présentée

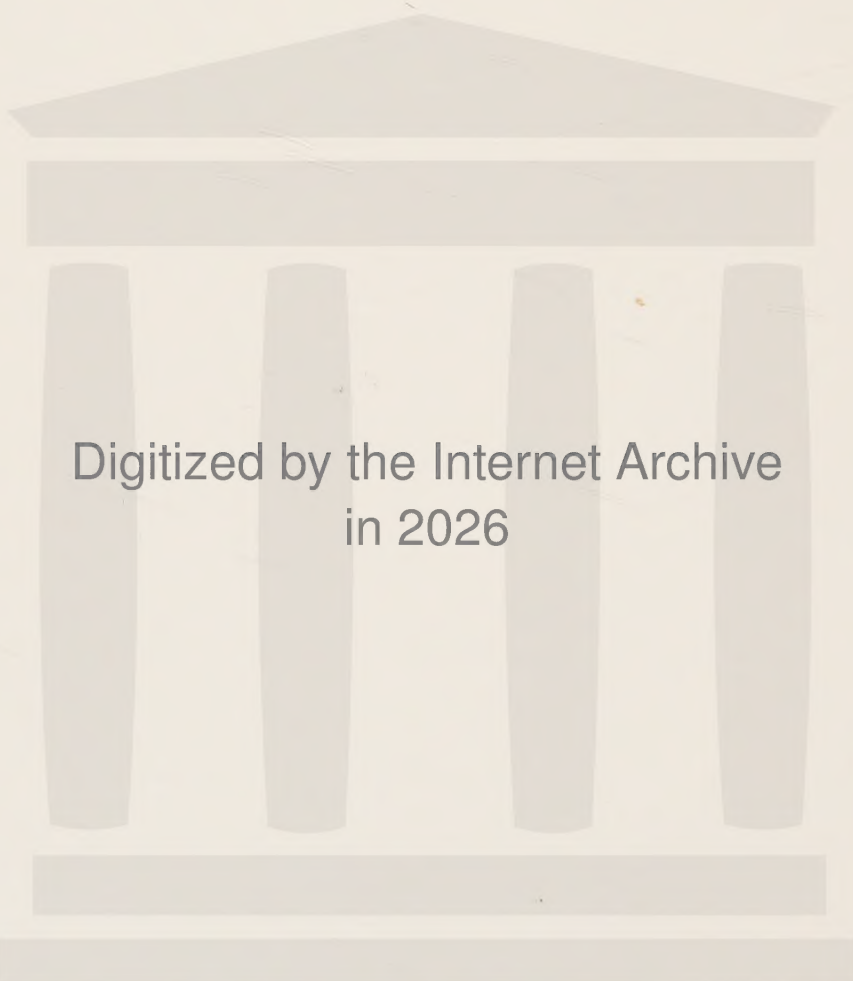
à l'Université Claude-Bernard - LYON

(Médecine - Pharmacie)

et soutenue publiquement le 7 juillet 1981

pour obtenir le grade Docteur Vétérinaire





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554221_0004

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE
DE LYON

Année 1981 - N.51

Michel RAMPAUD

**LE COMPORTEMENT DU RAT
(RATTUS NORVEGICUS)
EN SEMI - LIBERTÉ**

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON

(Médecine - Pharmacie)

et soutenue publiquement le 7 juillet 1981

pour obtenir le grade Docteur Vétérinaire



ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE

DE L'ÉTAT

PARIS 1921

Monsieur le Ministre

LE COMPOSANT DU BAT

(BRIQUE NORVÉGIQUE)

EN SON LIBRE



COMPOSITION DU JURY

Président : Monsieur le Professeur COUDERT
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université C. Bernard, LYON 1

Premier Assesseur : Monsieur le Professeur LORGUE
Ecole Nationale Vétérinaire de LYON

Deuxième Assesseur : Monsieur le Professeur LAPRAS
Ecole Nationale Vétérinaire de LYON

Invité : Monsieur le Professeur COSNIER
Faculté des Sciences
Université C. Bernard, LYON 1

1.1.1.1920

ETAT DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT EN FONCTION A L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON
 Directeur : Professeur Ph. COTTEREAU

C H A I R E S	Professeurs	Professeurs sans chaire	Maîtres de conférences 11 postes	Maîtres Assistants Agrégés	Maîtres Assistants 20 postes	Assistants
Alimentation	-	M. JEAN-BLAIN	-	-	-	M. GRANCHER
Anatomie	M. BARONE	-	-	-	M. DENOIX	M. DELTOUR
Chirurgie	M. COULON	M. LE NITHOUANNEN	-	-	M. FAU	M. DULAC
Histologie - Anatomie pathologique	M. TISSEUR	M. GASTELLU	-	-	-	Mme GRANCHER
Hygiène et industrie des aliments d'origine animale	M. CHANTEGRELET	-	-	-	M. DEMONT	M. DROMIGNY
Maladies contagieuses	M. JOUBERT	M. PRAVE	-	-	M. CHOMEL	M. DUCLOS
Parasitologie	M. EUZEY	-	M. GEVREY	-	Mme CHAUVE	M. NGO TAN HUNG
Pathologie générale - Microbiologie - Immunologie	M. OUDAR	-	M. RICHARD	-	M. EUZEY	M. GUERIN
Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour	M. COTTEREAU	-	Mme BRUGERE	-	-	M. THIN
Pathologie médicale des équidés et des carnivores	M. FONTAINE	M. LAPRAS	-	M. LEGEAY	-	M. BOUVIER
Pathologie de la reproduction	M. BERTRAND	M. DESCHANEL	-	-	Mme RACHAIL	M. PEPIN
Pharmacie-Toxicologie	M. LORGUE	-	M. KECK	-	M. JAUSSAUD	Mme PEPIN
Physiologie	M. BOST	M. BOIVIN	-	-	-	M. THIEBAULT
Physique-Chimie	M. DELATOUR	-	-	-	M. GARNIER	Mte MARTIN
Zootechinie	M. FROGET	-	M. FRANCK	-	Mte COURSAT	-
C.F.T.S.V.	M. FLACHAT	-	-	-	-	-
	14	7	5	1	10	14

Maîtres Assistants : 20 postes budgétaires (15 postes "organiques" soit 1 par Chaire.

La pataphysique, dont l'étymologie doit s'écrire 'ἐπι (μετὰ τὰ φυσικά) et l'orthographe réelle 'pataphysique, précédé d'un apostrophe, afin d'éviter un facile calembour, est la science de ce qui se surajoute à la métaphysique, soit en elle-même, soit hors d'elle-même, s'étendant aussi loin au-delà de celle-ci que celle-ci au-delà de la physique. Ex. : l'épiphiénomène étant souvent l'accident, la pataphysique sera surtout la science du particulier, quoiqu'on dise qu'il n'y a de science que du général. Elle étudiera les lois qui régissent les exceptions et expliquera l'univers supplémentaire à celui-ci ; ou moins ambitieusement décrira un univers que l'on peut voir et que peut-être l'on doit voir à la place du traditionnel, les lois que l'on a cru découvrir de l'univers traditionnel étant des corrélations d'exceptions aussi, quoique plus fréquentes, en tous cas de faits accidentels qui, se réduisant à des exceptions peu exceptionnelles, n'ont même pas l'attrait de la singularité.

Alfred JARRY

Gestes et opinions du docteur FAUSTROLL, pataphysicien
Bibliothèque de la Pléiade - Gallimard - p. 668

Aucune comparaison n'est possible entre le comportement d'un Rat sauvage libre et celui d'un Rat blanc vivant confiné dans une cage étroite. L'homme a sélectionné les individus les plus doux, les moins "rongeurs" et a créé un être dont le niveau psychique est, comparé à celui du Rat sauvage, celui d'un idiot mongoloïde par rapport à l'homme normal. Quand on pense que l'oeuvre immense accomplie par les zoopsychologues américains, à l'aide des labyrinthes et autres tests, est fondée *exclusivement* sur les réactions de cet abruti qu'est le Rat blanc, de la race Wistar ou de tout autre, on en est pour le moins interloqué. Bien des conclusions tenues pour solides seront révisées lorsque l'investigation concernera des animaux sauvages placés dans des conditions naturelles.

Pierre-P. GRASSE

Zoologie I - Ethologie
Encyclopédie la Pléiade - Gallimard - p. 251

PLAN

INTRODUCTION	1
I - PROTOCOLE EXPERIMENTAL	5
I.1. LE RAT - RATTUS NORVEGICUS	7
I.1.1. Classification	7
I.1.2. Description	8
I.1.3. L'évolution des Muridae	10
I.1.4. La biologie	11
I.1.4.a. le biotope et les traces	11
I.1.4.b. le régime alimentaire	14
I.1.4.c. les sens et les capacités physiques	15
I.1.4.d. le développement et la reproduction	16
I.1.4.e. l'évolution générale des populations	19
I.1.5. Les rapports avec l'homme	22
I.1.5.a. le commensalisme homme-rat	22
I.1.5.b. les dégâts matériels	22
I.1.5.c. la santé humaine et animale	24
I.1.5.d. la lutte contre le rat	26
I.1.6. Le rat de ville et le rat des champs	28
I.2. LE MILIEU EXPERIMENTAL	31
I.3. LA METHODOLOGIE GENERALE	35
I.3.1. Les principales étapes de l'expérimentation	35
I.3.2. Les conventions et les méthodes générales	37
II - L'EVOLUTION GENERALE DE LA POPULATION	41
II.1. LE NOMBRE DE RATS PRESENTS DANS LE TERRARIUM	43
II.2. LA STRUCTURE DE LA POPULATION	47
II.2.1. La structure de la population en début d'expérimentation	47
II.2.2. La structure de la population en cours d'expérimentation	47
II.2.3. La structure de la population à la fin de l'expérimentation	49

II.3. LA REPRODUCTION	53
II.4. LES ACCIDENTS PATHOLOGIQUES	55
II.5. EN RESUME	56
III - LA DESCRIPTION DES COMPORTEMENTS	57
III.1. LES COMPORTEMENTS D'ENTRETIEN	59
III.1.1. Le repos	60
III.1.2. Les comportements du confort	60
III.1.2.a. la toilette	60
III.1.2.b. le bain	61
III.1.2.c. l'étirement	61
III.1.3. Les comportements d'alimentation	61
III.1.3.a. le boire	62
III.1.3.b. le manger	62
III.1.3.c. le rongement	62
III.1.3.d. la coprophagie	63
III.1.4. Déféquer - uriner	63
III.1.5. Le transport et le stockage	63
III.1.5.a. le transport	63
III.1.5.b. le stockage	64
III.1.6. Le creusement	65
III.2. LES COMPORTEMENTS APPETITIFS ET D'EXPLORATION	66
III.2.1. Les unités fonctionnelles des comportements appétitifs et d'exploration	68
III.2.2. L'exploration au début de l'expérimentation	68
III.2.3. L'exploration en cours d'expérimentation	71
III.2.3.a. la ré-exploration périodique du milieu	71
III.2.3.b. l'exploration après l'introduction d'un élément nouveau	72
III.2.4. Le phénomène de néophobie	75
III.3. LES COMPORTEMENTS SOCIAUX	77
III.3.1. Les comportements agonistiques	77
III.3.1.a. les unités fonctionnelles	77
III.3.1.b. les séquences ordonnées des com- portements agonistiques	79

III.3.1.c. discussion	83
III.3.1.d. l'influence de quelques facteurs sur l'agressivité	85
III.3.2. Les comportements sexuels	87
III.3.2.a. la suite sexuelle	87
III.3.2.b. la poursuite sexuelle	89
III.3.2.c. discussion	90
III.3.3. Les comportements amicaux	91
III.3.3.a. le pansage	91
III.3.3.b. le comportement grégaire	92
III.3.4. Le marquage	93
III.3.5. Le vol	93
III.4. LES COMPORTEMENTS DES JEUNES ET COMPORTEMENTS ENTRE JEUNES ET ADULTES	94
III.4.1. Les comportements maternels	94
III.4.2. Les activités de maintien des jeunes	95
III.4.3. Les comportements de jeux	96
III.4.4. Les interactions entre jeunes et adultes	98
IV - LA HIERARCHIE SOCIALE	101
IV.1. L'ETUDE DE LA HIERARCHIE SOCIALE DURANT LA PREMIERE PARTIE DE L'EXPERIMENTATION	103
IV.1.1. Les victoires et les défaites	106
IV.1.2. Les comportements d'approche et de recon- naissance	107
IV.1.3. Les comportements d'attaque, de menace et de séquestration	110
IV.1.4. Les comportements d'éloignement et de fuite	111
IV.1.5. Les comportements de poursuites	111
IV.1.6. Discussion	114
IV.2. LA HIERARCHIE SOCIALE AU COURS DES AUTRES PARTIES DE L'EXPERIMENTATION	118
IV.3. LES REPERCUSSIONS DE LA HIERARCHIE SOCIALE	122

V - LA REPARTITION DES ACTIVITES DANS LE TEMPS	127
V.1. LES RYTHMES CIRCADIENS D'ACTIVITE	129
V.1.1. Les résultats expérimentaux obtenus dans le terrarium	129
V.1.1.a. la première partie de l'essai	130
V.1.1.b. la deuxième partie de l'essai	130
V.1.1.c. la troisième partie de l'essai	134
V.1.2. Les données bibliographiques	137
V.1.2.a. les travaux sur animaux isolés	137
V.1.2.b. les travaux sur animaux groupés	139
V.1.3. Discussion	140
V.2. LES RYTHMES CIRCADIENS DE L'ACTIVITE ALIMENTAIRE	142
V.2.1. Les résultats expérimentaux obtenus dans le terrarium	143
V.2.2. Les données bibliographiques	145
V.2.3. Discussion	148
V.3. LES RYTHMES DES COMPORTEMENTS SEXUELS	149
V.3.1. Les rythmes circadiens des comportements sexuels	149
V.3.1.a. les résultats expérimentaux obtenus dans le terrarium	149
V.3.1.b. bibliographie et discussion	150
V.3.2. Les cycles de la femelle	150
V.4. LES AUTRES RYTHMES CIRCADIENS	152
VI - L'UTILISATION DE L'ESPACE	157
VI.1. LES TERRIERS	159
VI.1.1. Les terriers lors de la première partie de l'expérimentation	159
VI.1.2. La structure des terriers à la fin de l'expérimentation	163
VI.1.3. Discussion	163
VI.2. LES LIEUX PRIVILEGES POUR CERTAINES ACTIVITES	165
VI.3. LES DEPLACEMENTS	165
VI.4. EN RESUME	168
CONCLUSION	169
BIBLIOGRAPHIE	173
ANNEXES	189
SUMMARY	283

INTRODUCTION

Le comportement peut se définir comme étant l'état et l'action de l'animal dans son milieu naturel. C'est un des mécanismes des adaptations phylogénétiques et ontogénétiques du sujet à une niche écologique. Il est difficile de reconnaître la part d'influence du génome de celle du milieu qui doit être considéré comme celui perçu par l'animal et non par l'homme, car il existe, entre les espèces, des différences de sensibilité des récepteurs et d'analyse des informations reçues. L'éthologie est la science qui, selon une démarche holistique, étudie les causalités, le développement, les finalités et les comparaisons interspécifiques du comportement. Elle est, de ce fait, en liaison avec de nombreuses autres sciences telles que physiologie, neurobiologie, embryologie, psychologie, écologie...

Le rat est un animal apparemment bien connu de tout le monde. Cependant, chacun s'en fait une représentation qui est fonction de ses propres occupations : rat d'expérience pour le biologiste, rat porteur de maladies pour le public, rat dévastateur de récoltes pour l'agriculteur. Chacun en a ainsi une conception fragmentaire, souvent très éloignée de celle de l'autre. C'est pourtant dans l'établissement de relations entre ces différentes représentations que se trouve une meilleure connaissance de l'animal et par là-même, des problèmes qu'il est susceptible de provoquer. Ainsi, les travaux de CHITTY sur la néophobie du rat ont permis l'élaboration du concept de traitement de terrain par les anticoagulants.

Selon un même raisonnement, le laboratoire de toxicologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon se préoccupe, depuis plusieurs années, de certains rongeurs : *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*, *Mus musculus*, *Ondatra zibethicus*, et des problèmes qu'ils soulèvent. Des programmes d'étude sur la biologie, l'écologie et l'éthologie, sur la mise au point de nouvelles formulations de rodenticides, sur la toxicité des principes actifs vis à vis des animaux domestiques et sauvages ont été mis en place et réalisés.

Dans le cadre de travaux visant à l'élaboration de tests d'activité et d'attractivité dans des conditions proches de celles du milieu naturel, ont été expérimentés des modèles de semi-liberté où les animaux se trouvent placés dans des enclos de grande dimension. Notre travail a eu pour objectif d'étudier la biologie et l'éthologie de *Rattus norvegicus* dans de telles unités. Il a été facilité par un stage aux Etats-Unis dans les principaux laboratoires se préoccupant du comportement des rongeurs et des moyens de contrôler leurs populations ainsi que par notre participation aux différents programmes se réalisant dans ce domaine au sein du laboratoire de toxicologie.

Après avoir, dans une première partie, examiné le protocole expérimental adopté pour nos travaux, nous envisagerons successivement, dans les cinq chapitres suivants, les principaux résultats que nous avons obtenus en les classant sous les rubriques :

- évolution de la population
- description des comportements
- hiérarchie sociale
- répartition des activités dans le temps
- utilisation de l'espace.

I. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Dans ce premier chapitre nous décrirons notre dispositif expérimental, c'est-à-dire d'un côté le rat, de l'autre le terrarium, puis la méthodologie générale dont nous nous sommes servis pour relever les données.

I.1. LE RAT - RATTUS NORVEGICUS

Nous avons travaillé sur l'espèce *Rattus norvegicus* Berkenhout. C'est cette espèce que nous désignerons sous le terme de "rat". Toutes les autres espèces situées dans le texte seront données sous leur nom latin.

Après avoir étudié dans un premier temps la place de *Rattus norvegicus* dans la systématique, nous examinerons sa morphologie, son évolution, sa biologie, ainsi que ses rapports avec l'homme. Enfin, nous donnerons sous forme d'une analyse bibliographique les différences comportementales existant chez le rat entre souches de laboratoire et souches sauvages. Cette dernière partie nous permettra de mieux comprendre et de mieux discuter certains des résultats obtenus.

I.1.1. Classification

La systématique, reflet de l'histoire évolutive du groupe et de sa diversification biogéographique s'esquisse progressivement au gré des recherches et périodiquement des réajustements s'imposent.

Nous avons choisi la classification proposée par CHALINE (36) qui tient compte des dernières révisions partielles :

ordre des Rodentia composé des sous-ordres :

Hystricognathi

Sciurognathi formé des infraordres :

Protrogomorpha

Theridomorpha

Sciuromorpha

Ctenodactylomorphe

Myomorpha divisé selon les super familles :

Gliroidea

Geomyoidea

Dipodoidea

Muroidea comprenant les familles

Cricetidae

Nesomyidae

Rhizomyidae

Gerbillidae

Arvicolidae

Dendromuridae

Cricetomyidae

Muridae se composant des sous-familles

Hydromyinae
Murinae se divisant selon les genres

Apodemus
Micromys
Mus
Rattus avec les espèces
R. exulans
R. argentiventer
R. rattus
R. norvegicus

I.1.2. Description

D'après les données bibliographiques (85 - 93 - 126 - 139) et nos observations personnelles, la morphologie de *Rattus norvegicus* adulte est la suivante :

poids : 200 à 500 g
 tête : longueur : 39-45,2 mm
 largeur : 18-21 mm
 hauteur : 12,7-15,9 mm
 corps : longueur : 150-240 mm
 queue : longueur : 100-220 mm
 76 p. cent de la dimension tête plus corps
 anneaux : 160-190
 poils courts et durs
 museau épais
 yeux petits
 oreilles : 17-22 mm (n'atteignent pas l'oeil)
 pelage : marron clair à marron foncé, plus clair sur le ventre
 mue sublatérale
 mamelles : 6 pectorales et 6 inguinales
 main : quatre doigts
 pied : 27-44 mm
 cinq doigts : les deux plus externes courts, écartés
 les trois médians longs, fins, plus serrés.

Une espèce voisine est constituée en Europe et en Amérique du nord par *Rattus rattus*. Ce dernier se caractérise par une taille plus faible, une queue plus longue que le corps, un museau plus fin, des yeux plus globuleux, des oreilles plus grandes (pouvant recouvrir l'oeil), des mamelles au nombre de dix, une couleur de pelage identique à celle de *Rattus norvegicus* ou totalement grise ou toute noire.

La classification des rongeurs reposant essentiellement sur la structure du crâne et des dents, nous avons schématisé dans les figures n° 1 et 2 l'ostéologie du crâne et de la dentition. Ces schémas sont empruntés à CHALINE (36 - 37), St GIRONS (126), BANG (15).

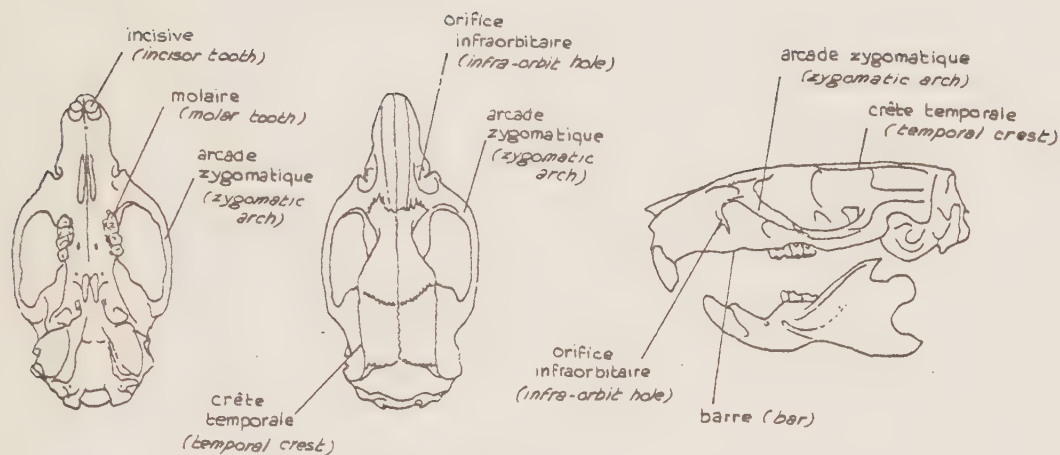


figure n°1: ostéologie du crâne de Rattus norvegicus (d'après 126)
 (osteology of the skull of Rattus norvegicus)

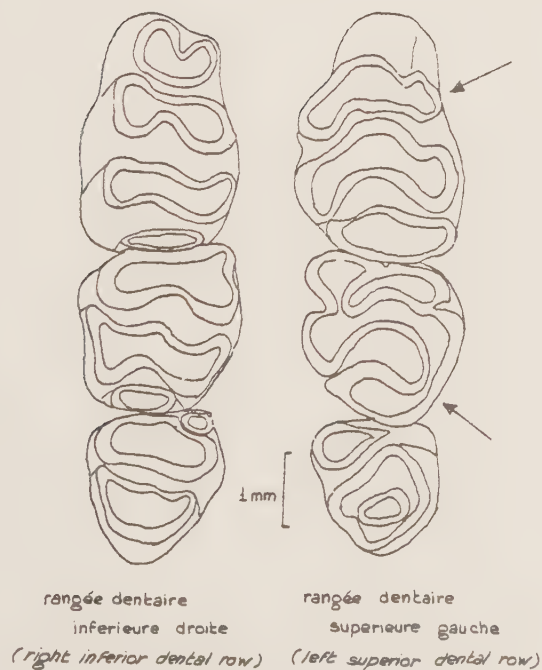


figure n°2:
dentition de Rattus norvegicus (d'après 36)
 (dentition of Rattus norvegicus)

Nous remarquons la structure caractéristique des Myomorpha de la région antérieure de l'arc jugal : l'orifice infra orbitaire est étroit à sa base et large à son sommet car il laisse passer une branche du muscle masticateur qui s'insère latéralement en avant de l'arcade zygomatique. Les crêtes temporales sont anguleuses.

La formule dentaire est $1003/1003 = 16$. La rangée dentaire supérieure mesure 6,8 à 7,7 mm de long ; la rangée inférieure 6,5 à 7,3 mm. Les molaires sont radiculées et ont trois rangées longitudinales de tubercules ; la rangée externe est réduite aux molaires inférieures. Chez le jeune, le tubercule externe de la première lamelle de la première molaire supérieure et celui de la dernière lamelle de la deuxième molaire supérieure ne sont pas bien individualisés. Les incisives sont à croissance continue (14 cm par an). Leur face antérieure est recouverte d'émail, dont la dureté permet l'usure en biseau. Elles ont une largeur de 2,5 à 3 mm.

Les lèvres présentent des bourrelets labiaux et un bec de lièvre qui permettent au rat de ronger tout en évitant que les copeaux ne passent dans la bouche. Ces bourrelets ferment la cavité buccale au niveau de la barre et le bec de lièvre dégage les incisives supérieures.

I.1.3. L'évolution des Muridae

Selon CHALINE (37) l'évolution des Muridae peut être étudiée par la dentition. Celle-ci se caractérise par la présence à la première molaire supérieure d'une cuspide accessoire linguale partant du bourrelet basal et soudée au tubercule lingual du prélobe ainsi que des cuspides linguales postérieures. PETTER (d'après 37) a montré le passage possible des Cricetidae primitifs aux Muridae primitifs en étudiant les tubercules dentaires.

Le berceau des Muridae semble être l'Asie du sud-est. A partir du Proche Orient, l'espèce *Progonomys cathalai* se répand en Europe et en Afrique du nord et sud saharienne ; il y a 10,5 à 11 millions d'années, soit peu après la période de migration des Hipparions.

En Europe, la multiplication des lignées par cladogénèse commence au miocène supérieur (*Occitanomys*, *Parapodemus*, *Valerymus*, *Apodemus*, *Stephanomys*). Le climat tropical permet une grande diversification au pliocène (apparition de *Micromys*). La plupart des genres disparaissent au pleistocène sauf *Micromys* et *Apodemus*.

L'Afrique du nord est colonisée au pleistocène par des genres immigrants (sauf *Praomys*). L'extension des zones arides entraîne la rétraction de l'aire de répartition en un îlot dans le Maghreb. Se produisent alors des anagénèses. Le peuplement de l'Afrique sud saharienne a lieu au pleistocène inférieur et il est suivi de diversification.

Des migrations en Nouvelle Guinée ont lieu au pliocène récent, puis au pleistocène (*Uromys*, *Melomys*, *Rattus*). Au quaternaire, la Nouvelle Guinée est un centre de propagation pour *Hydromys* et *Xeromys*.

Les Muridae d'Australie subissent une diversification adaptative très variée. L'isolement insulaire crée souvent dans cette famille des formes géantes.

Ce bref aperçu souligne les grandes potentialités évolutives et la richesse des adaptations des Muridae.

I.1.4. La biologie

I.1.4.a. Le biotope et les traces

Les populations de *Rattus norvegicus* se distribuent de préférence dans les milieux humides ou possédant de la nourriture stockée par l'homme. La figure n° 3 schématise la répartition des rongeurs en fonction des milieux naturels dans une zone tempérée. Le rat est présent le long des rives, parfois avec *Arvicola sapidus*, *Ondatra zibethicus* ou *Myocastor coypus*, dans les haies des zones de bocages. Il s'installe peu dans les champs à découvert, les forêts, sauf si l'homme y maintient une source de nourriture. En effet, sa deuxième préférence porte sur les denrées alimentaires amassées par l'homme en vue de sa consommation (silos de céréales, entrepôts), de celles des animaux domestiques (aliment pour bétail, porcheries et poulaillers industriels) ou sur les déchets que la société actuelle concentre dans des décharges. Au sein de cet environnement humain *Rattus norvegicus* est en compétition avec *Rattus rattus* qui, meilleur grimpeur, occupe les parties hautes des bâtiments, et avec *Mus musculus* dont les populations, restreintes tant qu'il y a des rats, peuvent se développer après une dératisation.

L'occupation de ces endroits par *Rattus norvegicus* est visualisée par les traces que l'animal laisse au cours de ses activités.

Dans l'unité expérimentale que constitue le terrarium, dans le milieu naturel tel que nous avons pu l'observer lors de nos sorties sur le terrain, ainsi que dans différentes données bibliographiques (15 - 85), nous avons constaté que les traces de rats sont facilement repérables et sont constituées par différents éléments tels que : empreintes de pattes, pistes, marques d'incisives, débris de nourriture, excréments, terriers, ...

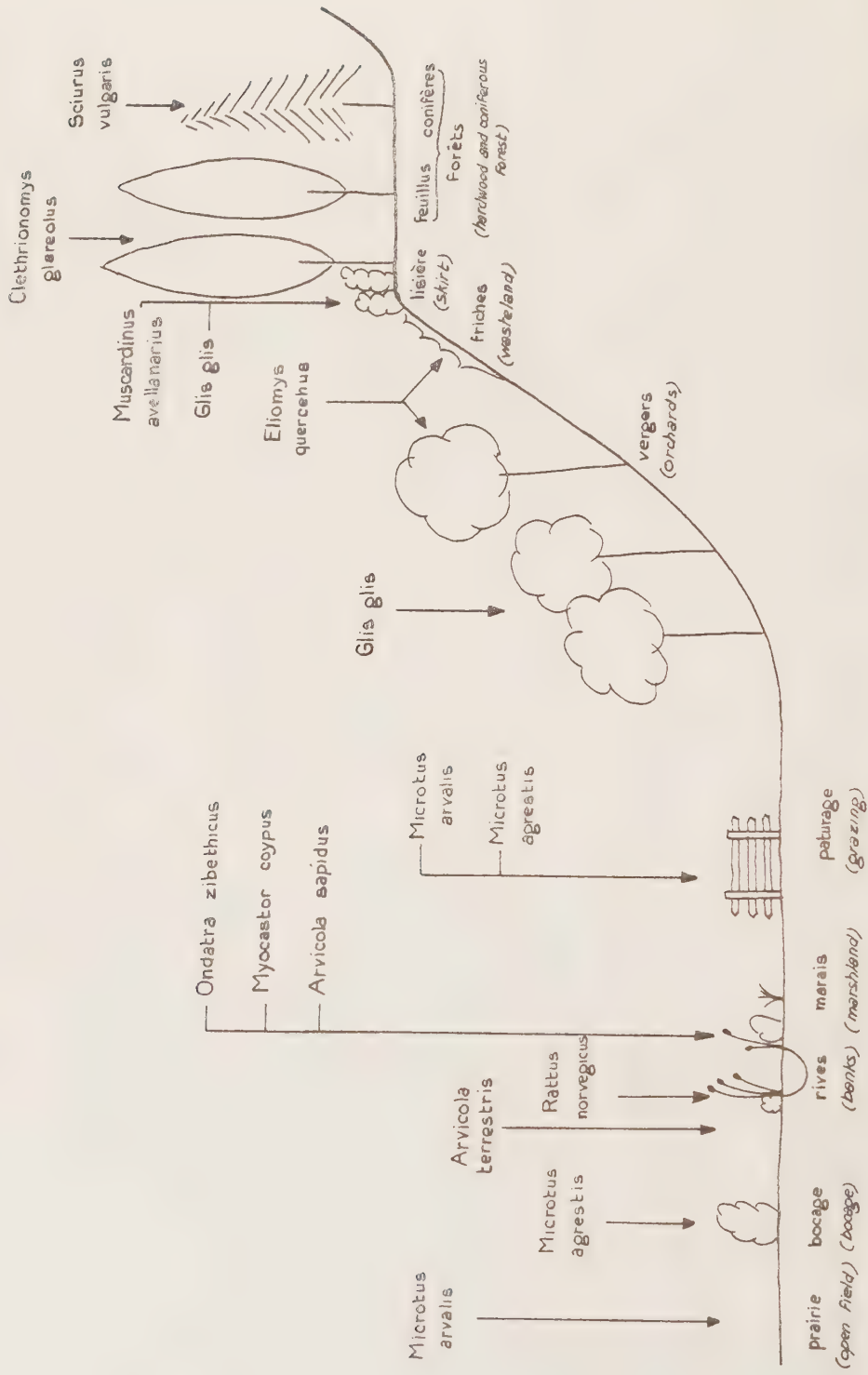
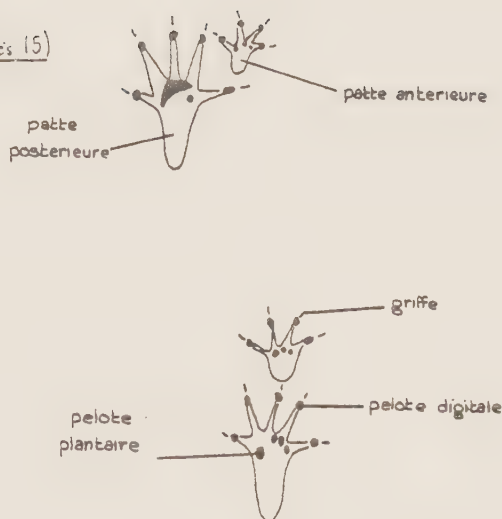


Figure n°3: répartition des rongeurs, en fonction des milieux naturels, dans une zone tempérée (d'après 142)
(Distribution of rodents in the natural environments, in a temperate climate)

Figure n°4:

empreintes des pattes de *Rattus norvegicus* - marche (d'après 15)

(footprints of *Rattus norvegicus* walking)



Les empreintes de pattes, bien que parfaitement visibles, sont difficiles à identifier. Elles s'observent dans la poussière, la neige, la terre humide, ... Comme nous l'indique la figure n° 4, elles sont constituées par le moulage des pattes, accentuées au niveau des extrémités digitales et des pelotes plantaires ; les antérieures sont plus petites que les postérieures. Souvent des traces de queue se surajoutent. Le passage fréquent des animaux à certains endroits est visualisé sur les objets et les sols durs et secs, par le dépôt de la matière grasse enduisant la fourrure. Il peut ainsi se constituer de véritables "pistes" de coloration variée, allant du gris au brun roux, suivant la teinte des matières minérales du sol.

Nous notons sur différents matériaux tels que bois, carton, plâtre, mais également sur du béton, des marques d'incisives. Les traces sont courtes concaves pour les incisives supérieures ; elles constituent de grands sillons plus ou moins profonds pour les inférieures. Ce type de marques s'observe aussi sur certains aliments tels que betteraves, pommes, noix. Ces dernières présentent un trou dont les bords sont rongés de l'intérieur vers l'extérieur car l'animal introduit ses incisives inférieures dans l'enveloppe pour en agrandir l'orifice qu'il a réussi à percer. Les pommes gardent dans leur chair la marque des incisives inférieures dont la taille permet d'apprécier celle du rongeur (*Rattus norvegicus*, *Mus musculus*) en cause. Les betteraves sont attaquées de haut en bas au niveau de la racine et prennent la forme d'une écuelle s'approfondissant au fur et à mesure que la partie supérieure disparaît. Un épi de maïs consommé par un rat montre des bractées déchirées par les incisives. Les grains mous sont rongés ; les durs ne sont souvent entamés qu'au niveau de la plantule plus molle. L'épi de blé ou de riz est atteint après que l'animal ait coupé la tige au ras du sol. Il peut être alors transporté. Les grains sont mangés selon leur grand axe, totalement ou partiellement ; dans ce cas les restes persistent sur le sol.

Les crottes de *Rattus norvegicus* sont plus ou moins régulières, de forme cylindrique, avec généralement les extrémités arrondies, et mesurent environ 17 mm de long et 6 mm de diamètre. Elles sont souvent déposées à des endroits précis mais peuvent aussi se rencontrer par deux ou trois, çà et là. Elles sont humides lorsqu'elles sont fraîches et se dessèchent avec le temps.

Les terriers ont des ouvertures de 6 à 8 cm de diamètre devant lesquelles s'étalent les déblais, car ces orifices sont effectués le plus souvent à partir de l'extérieur, rarement de l'intérieur. Le nid, situé dans les terriers lorsqu'il est possible de creuser, peut se trouver également au fond d'un trou de mur ou placé entre des piles de marchandises. Il est constitué de matériaux divers (paille, foin, papier, tissus, ..., mais aussi bouchons d'aliment ; en fonction de leur présence dans le milieu) amassés en un tas, au milieu duquel le rat tourne et réalise ainsi une dépression où il s'installe.

I.1.4.b. Le régime alimentaire

Un rat adulte mange 10 à 20 p. cent de son poids quotidiennement, soit selon JACKSON (87) entre 28 et 48 g ; il boit entre 14 et 28 g.

Son régime est omnivore. Sur les décharges, SCHEIN (89) observe qu'il est à base de viande, grains, oeufs cuits, pommes de terre, melons, légumes cuits, blé tendre, fruits ; et que les aliments fortement assaisonnés ainsi que les légumes crus sont délaissés. Dans le terrarium le rat chasse les insectes (papillons nocturnes) et se livre au cannibalisme sur des cadavres ou des ratons nouveau-nés. Dans certains environnements particuliers, il peut s'attaquer à des mollusques bivalves (69), des poissons ou des étourneaux(13), etc...

La préférence alimentaire, et son corollaire l'aversion qui ont fait l'objet de nombreux travaux (18 - 87 - 125 - 129) sont sous la dépendance de facteurs nutritionnels, physiologiques, génétiques, écologiques et comportementaux.

Les facteurs nutritionnels concernent entre autres les sucres, les sels et certaines vitamines. Le rat est plus friand de sucres et de sels lorsque ceux-ci sont déficitaires dans sa ration. Il choisit l'aliment additionné de vitamine B1, dont l'effet sur le rythme cardiaque se fait sentir une heure après l'ingestion, à celui n'en contenant point. Il ne montre pas de préférence particulière pour la vitamine A qui intervient cependant sur la sensibilité gustative diminuant lors d'hypovitaminose.

La demande énergétique et les facteurs hédoniques contrôlent en partie la prise alimentaire. En fonction des rythmes circadiens, des hormones sexuelles et des cycles sexuels, le rat règle la quantité d'énergie qu'il ingère : (129) à concentrations en sucre égales, il boit plus d'une solution de glucose additionnée de saccharine (non utilisable sur le plan énergétique) que d'une solution pure de glucose ; de même, il boit moins d'une solution glucosée après injection parentérale du même sucre. Cependant, dans cette dernière expérience le rat ingère une quantité d'énergie plus grande que nécessaire, comme s'il prenait plaisir à boire la solution glucosée. Par rapport aux besoins de l'animal, les facteurs hédoniques peuvent augmenter l'ingestion de nourriture si le rat la trouve agréable ou la diminuer s'il ressent des effets néfastes dans les douze heures suivant la prise alimentaire.

Les facteurs génétiques et écologiques interviennent également ; ainsi des populations différentes n'ont pas des préférences identiques. *Rattus rattus* capturé en Floride affectionne les oranges tandis que des sujets piégés dans certaines îles du pacifique préfèrent les noix de coco. De même, des études de composition de contenus stomacaux montrent que l'aliment qui est mangé de préférence est en relation directe avec son abondance : *Rattus norvégicus* et *Rattus exulans* capturés dans le voisinage immédiat (moins de 7 m) de champs de cannes à sucre n'ingèrent pas d'herbe, alors que les animaux piégés dans des secteurs plus éloignés (7 à 24 m) le font volontiers.

L'étude comportementale des préférences alimentaires, si l'on excepte les facteurs hédoniques, s'intéresse à leur transmission d'un animal à l'autre. Sur ce point précis, aucun phénomène d'empreinte n'a été mis en évidence jusqu'à ce jour. Néanmoins, la femelle allaitante communie peut-être aux rats avant le sevrage "la flaveur" de son régime par l'intermédiaire d'une phéromone maternelle véhiculée par le lait. L'imitation des adultes par les jeunes, au point de nourriture, est vraisemblablement un mécanisme permettant le passage d'information d'une génération à l'autre. L'hypothèse de comportements particuliers, comme un rat empêchant physiquement un congénère de manger un appât toxique (cité par 10), est avancée mais n'a jamais été bien infirmée ou confirmée.

Les nombreux facteurs réglant la prise alimentaire ainsi que le régime omnivore du rat lui permettent de vivre dans des milieux très variés. De plus, son aptitude à associer un aliment à des symptômes morbides l'entraîne à refuser toute nourriture nocive. Cependant, un aliment peu appétent n'est jamais délaissé complètement, et il est goûté régulièrement en petite quantité.

I.1.4.c. Les sens et les capacités physiques

Rattus norvégicus a un goût et un odorat très développés qui lui permettent de reconnaître des doses infimes de substances répulsives dans ses aliments. L'odorat joue aussi un grand rôle dans les comportements sociaux, surtout agressifs (4 - 18). Les sons, ainsi que les ultrasons que le rat est capable d'entendre, interviennent en certaines occasions : ainsi les jeunes en détresse émettent des ultrasons ; lors de rencontre agonistique, le mâle dominant pousse des cris de 50 kHz, le dominé des cris de 22 kHz ; après l'éjaculation est observé un "chant post copulatoire" (134). Bien que *Rattus norvégicus* ne soit peut-être pas capable de distinguer les couleurs (il serait, entre autres, incapable de percevoir le rouge (61)), sa vision est suffisamment bonne pour poursuivre un congénère ou un insecte, voire observer un objet à distance. Le sens du toucher s'effectue par les vibrisses qui renseignent l'animal sur l'environnement proche de son museau, et par les poils de sa fourrure qui lui indiquent sa position par rapport aux objets avec lesquels il est en contact lors de ses déplacements ; il semble cependant que ce soit la vision des parois opaques qui conditionne dans le jeune âge ce comportement de longer les obstacles (18).

Rattus norvégicus, bon équilibriste, se déplace sur un fil (134 - 135), escalade facilement bien que grimpeur plus médiocre que *Rattus rattus*,

saute 1 m en hauteur et 1,20 m en longueur, tombe d'une hauteur de 15 m sans gros dommage (85), traverse des mailles de grillage de 2 cm de côté. Il creuse jusqu'à 1,25 m en profondeur (85). Il est capable de nager 800 m, de passer des siphons, de rester en plongée durant 17 s (134 - 135). Il peut se déplacer sur de longues distances (3,3 km en une nuit) (133).

Ses sens olfactifs et gustatifs, ses capacités physiques font du rat un animal à qui il est difficile de faire ingérer des toxiques, et d'interdire l'accès aux stocks alimentaires.

I.1.4.d. Le développement et la reproduction

Rattus norvegicus est une espèce nidicole. A la naissance, le raton qui est nu et dont les paupières sont encore closes, est très dépendant envers sa mère. A sept jours, les poils, de couleur noire au début, apparaissent. Vers 9 à 14 jours, les paupières s'ouvrent. La croissance est rapide chez le jeune, puis se ralentit chez l'adulte, mais continue toute la vie durant (les cartilages de conjugaison ne s'ossifient jamais) : le rat le plus lourd est souvent le plus âgé. A 4 semaines, le raton pèse environ 45 g. La croissance de la queue est différente entre *Rattus norvegicus* et *Rattus rattus* chez qui elle présente une vitesse accrue surtout durant la troisième semaine (figure 5). Le sevrage est réalisé vers les 4 à 5 semaines, la femelle chassant la portée précédente après la mise bas.

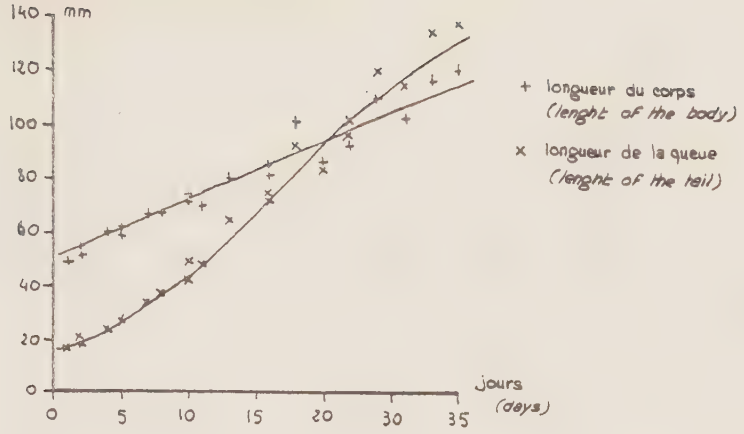
La maturité sexuelle est plus précoce chez la femelle que chez le mâle. A 75 jours, la femelle est capable d'activité sexuelle, et la membrane protégeant le vagin est perforée. A 95 jours, le mâle possède des testicules inguinaux.

L'activité sexuelle de la femelle est cyclique. Tous les 4 à 6 jours elle revient en oestrus (si elle n'est pas fécondée). Les différentes phases de ce cycle sont accompagnées de variations des cellules rencontrées sur les frottis vaginaux tel que cela est donné dans la figure 6 : durant le dioestrus les polynucléaires prédominent, tandis que durant le prooestrus ce sont les cellules épithéliales nucléées basophiles, et durant l'oestrus les cellules épithéliales acidophiles hélatinisées ; le metoestrus présente un mélange de ces trois types de cellules.

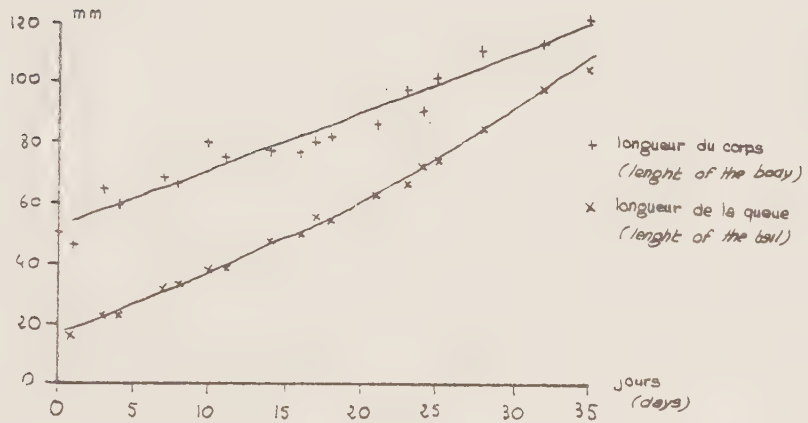
La saison de reproduction varie suivant l'aire géographique et la densité de la population (10). Lors de la saison froide (hiver), la reproduction est arrêtée. Dans les populations en croissance, la reproduction est active tout le reste de l'année. Dans les populations "saturées", la reproduction se ralentit en été lors de l'arrivée à maturité sexuelle des jeunes nés au printemps. Ces faibles taux de reproduction (hiver et été) sont en corrélation avec des teneurs sanguines élevées en corticostérone.

Il existe un phénomène de nidation différée, ou mieux retardée (86), dont la cause peut être une lactation encore trop importante ou un nombre d'éjaculations insuffisant. Le nombre de coïts, surtout s'ils sont rapprochés à moins d'un quart d'heure l'un de l'autre, peut avoir des effets particuliers (2) : l'intromission dans le quart d'heure suivant l'éjaculation peut réduire le nombre de spermatozoïdes passant dans l'utérus, ainsi que le nombre de petits par portée ; si après fécondation par un mâle albinos, une femelle albinos subit, dans le quart d'heure suivant, l'éjaculation d'un mâle pigmenté, 66 p. cent des descendants seront pigmentés.

Rattus rattus



Rattus norvegicus



vitesse d'accroissement de la longueur de la queue (speed of development of the tail length)

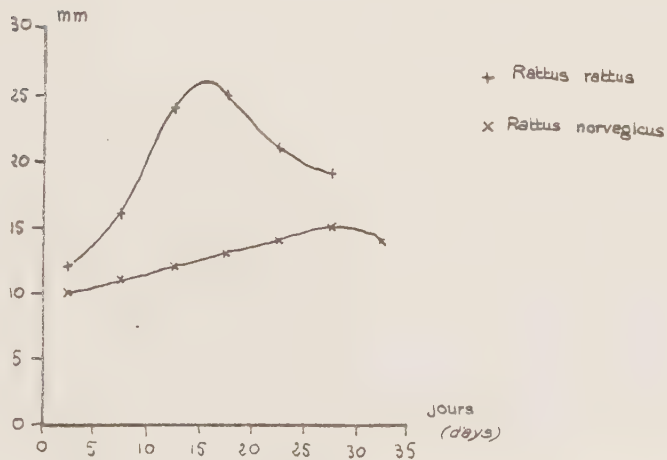


Figure n°5 : la croissance de la queue de Rattus norvegicus comparée à celle de Rattus rattus (d'après 60)
(tail development of *Rattus norvegicus* compared with *Rattus rattus*)

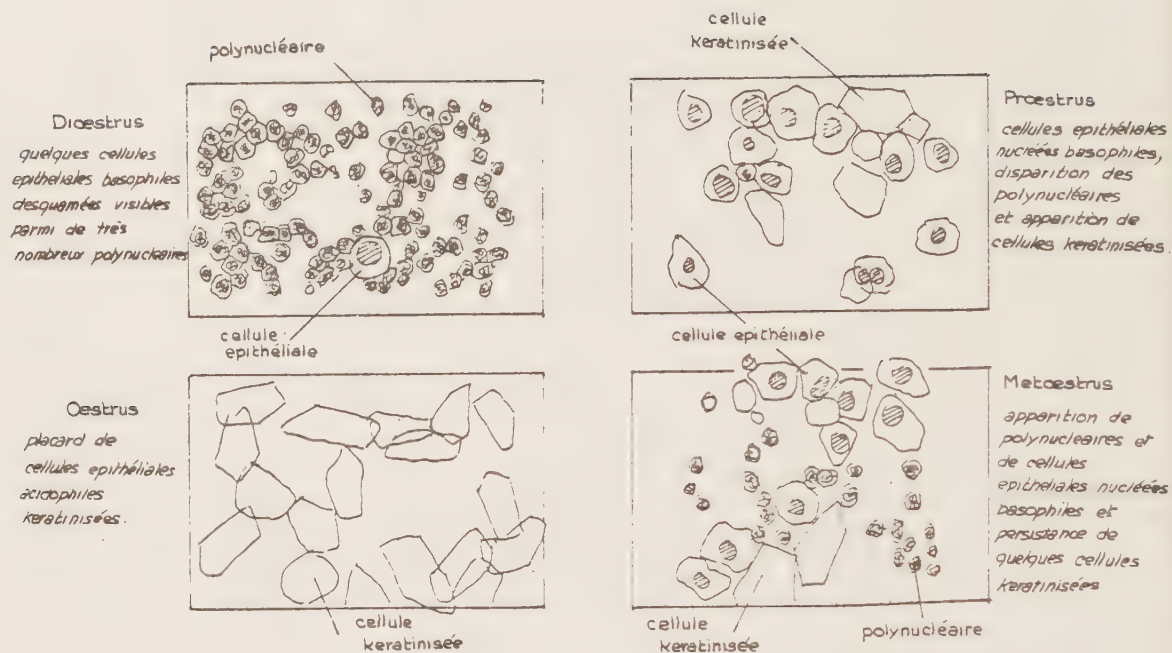


Figure n°6 : variations des frottis vaginaux en fonction du cycle sexuel chez Rattus norvegicus
(smear of cells from the vagina of Rattus norvegicus over an sexual cycle)

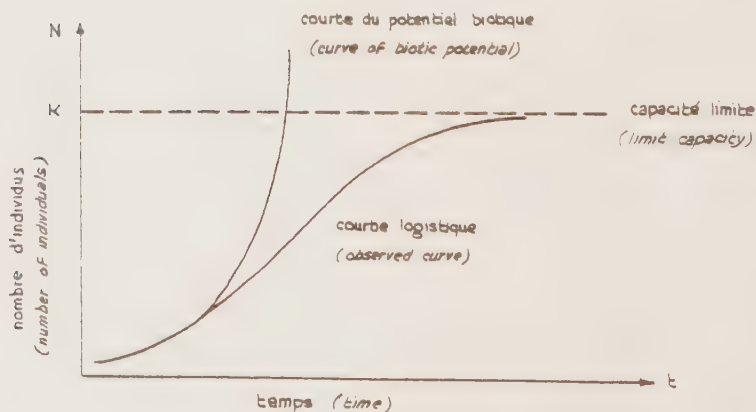


Figure n°7 : courbes exprimant les lois générales de la croissance d'une population (d'après [17])
(general laws of population growth)

La gestation dure environ 21 à 22 jours lors de la première portée, et 23 à 29 jours si la femelle est en lactation. Le nombre de jeunes par portée est variable : pour VINOGRADOV (139) 5 à 13, en moyenne 10 ; pour LELOUARN (93) en moyenne 7. Le nombre de portées par an varie entre 3 et 5 (36 - 93). Le nombre de jeunes sevrés par femelle et par an serait de 10 rats dans des colonies sauvages (51).

Toutes ces données montrent que le rat possède, quant à son développement et à sa reproduction, des caractéristiques remarquables lui permettant d'adapter très rapidement le nombre d'individus de ses populations aux capacités du milieu.

I.1.4.e. L'évolution générale des populations

La croissance, dans le temps et en nombre d'individus, d'une population suit des lois générales qui s'expriment par les courbes données par la figure 7. La courbe du potentiel biotique indique la fécondité maximale de l'espèce en l'absence de facteurs limitants

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

N effectif de la population au temps t
t temps
r taux intrinsèque d'accroissement de la population (pour *Rattus norvégicus* $r = 2,7$ par individu par an (117))

Cette courbe est exponentielle et a la forme d'un J. Mais dans la nature aucune espèce ne peut voir ses populations croître selon une telle fonction. Il existe des facteurs limitants qui ajustent les effectifs aux alentours d'une valeur optimale compatible avec la pérennité de l'espèce dans son habitat. La courbe obtenue est dite logistique.

$$\frac{dN}{dt} = rN (1 - R_m)$$

R_m coefficient de résistance du milieu $= 1 - \frac{K-N}{K}$

K capacité biologique spécifique

Cette courbe a une allure en S avec un point d'inflexion.

Dans un cas général, les facteurs limitants peuvent être la température, l'hygrométrie, l'alimentation, le territoire, la prédation, le parasitisme, la maladie, etc... Chez *Rattus norvégicus*, DAVIS (51) recense des facteurs ne dépendant pas de la densité de la population (nourriture, possibilité d'hébergement) et des facteurs en dépendant (prédation, compétition). BARNETT (19) estime que la limitation chez le rat est due au stress social lors de la lutte pour le territoire.

Les effectifs de chaque espèce ne sont jamais stables et fluctuent. Ils peuvent présenter des cycles à long terme comme chez des espèces du genre *Microtus* (19 - 130) : tous les trois à quatre ans, ils s'effondrent puis remontent à la capacité biologique spécifique du milieu. Chez *Rattus norvégicus*, ils ne présentent pas de tels cycles et se maintiennent en permanence au niveau de la capacité limite. Les variations du milieu se répercutent alors directement sur le nombre d'individus.

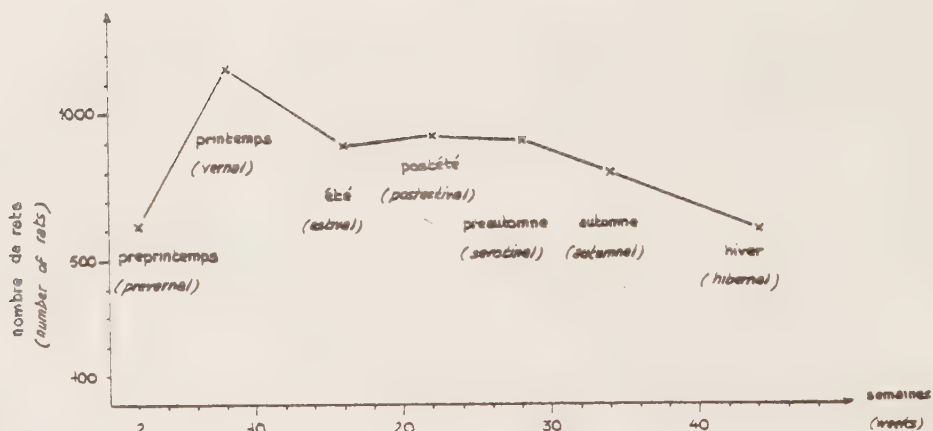


Figure n°8: variation des effectifs de *Rattus norvegicus* dans une ferme du Maryland (d'après 50)
(population of *Rattus norvegicus* on a Maryland farm)

Par exemple, dans une ferme du Maryland (figure 8), au printemps, la population augmente à cause de la reprise de la reproduction, puis elle décline avec la diminution de la nourriture (retrait du blé et de l'aliment pour poulet contenu dans un des hangars) (50). Un autre exemple nous est fourni dans les rizières aux Philippines par la densité des rongeurs qui est fonction du stade de développement du riz : 0 à 12 ha¹ avant la plantation, 20 à 200 ha¹ à la maturité (62) ; avec les nouvelles variétés non sensibles à la photopériode, les paysans philippins peuvent avoir par an plusieurs récoltes qui engendrent plusieurs pics dans l'évolution de la population des rongeurs (TEMME, communication personnelle).

Le taux intrinsèque d'accroissement de la population dépend, d'après RAMADE, de la natalité et de la mortalité. Nous avons vu que la reproduction, et par conséquent la natalité, dépend de facteurs intrinsèques (individus...) mais aussi extrinsèques (climat, surpopulation, ...). La mortalité peut être approchée par les courbes de survie qui expriment le nombre d'individus survivant dans le temps. En reprenant l'exemple de la ferme du Maryland (figure 9), nous voyons que l'espérance de vie d'animaux sauvages est inférieure à un an (50). A titre de comparaison, chez les rats de souches de laboratoire, la mortalité spontanée est de 15 p. cent à 12 mois, 50 p. cent à 18 mois, 70 p. cent à 24 mois. Les causes de mort sont diverses : TAYLOR sur 11 animaux qu'il suit en radiotracking recense deux rats empoisonnés, deux rats écrasés, deux rats tués par des hermines, deux par des renards, un par un chat, et deux rats morts sans cause apparente. La migration est un facteur qui n'est pas pris en compte par RAMADE et qui pourtant semble jouer un rôle, plus important dans la nature (130) qu'au sein d'un environnement urbain (51). Aux Antilles françaises (27) le rat migre suivant la période de culture des cannes à sucre :

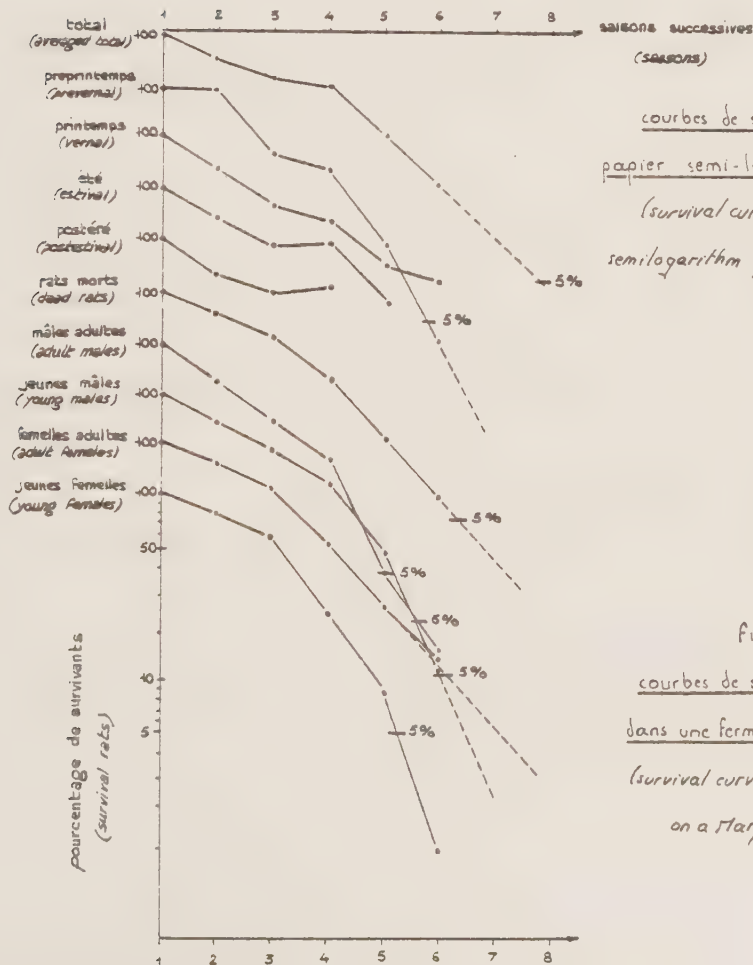
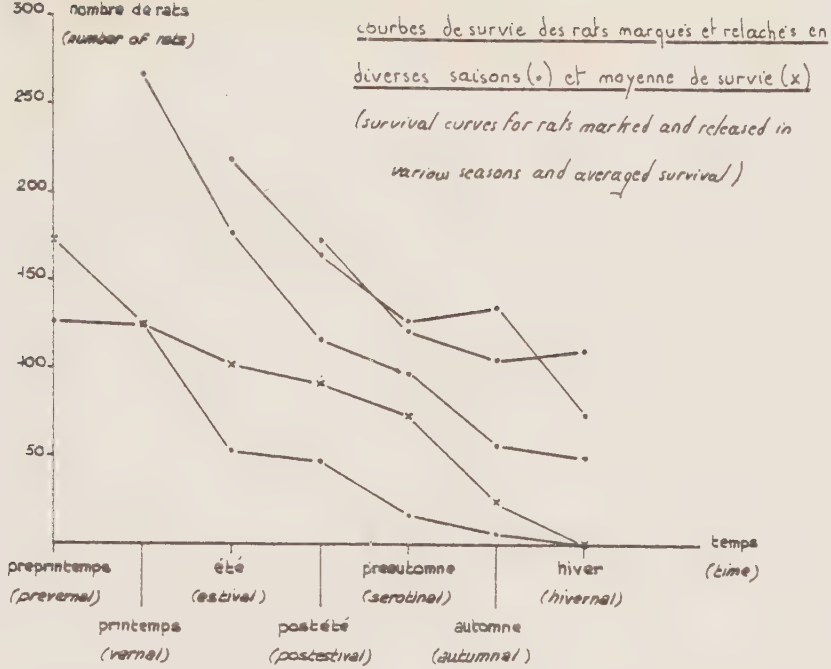


Figure n°9:
courbes de survie de *Rattus norvegicus*
dans une ferme du Maryland (d'après 50)
(survival curves for *Rattus norvegicus*
on a Maryland farm)

lors de la coupe, il se concentre dans les champs non encore moissonnés, et à la fin de la campagne sucrière il survit dans la brousse où le couvert végétal, la présence de cours d'eau, l'absence de saison rigoureuse sont autant de facteurs favorables ; quatre à cinq mois après la coupe, il retourne dans les champs et l'infestation s'accroît avec le développement des cannes.

I.1.5. Les rapports avec l'homme

Nous avons déjà vu que le rat vit souvent dans des environnements humains, ce qui ne va pas sans poser quelques problèmes. Nous aborderons ces derniers en étudiant successivement le commensalisme homme-rat, puis les dégâts matériels causés par ces animaux, les maladies transmissibles à l'homme et aux animaux, enfin, la lutte contre ce rongeur.

I.1.5.a. Le commensalisme homme-rat

Ce terme de commensalisme peut porter à confusion, car son utilisation en biologie fait intervenir la notion d'absence de préjudice ; ce qui n'est pas le cas. Mais la définition populaire est la suivante : "personne qui mange à la même table qu'une autre" (55). Le problème est bien là : le rat a un biotope lié à l'homme et se trouve en concurrence avec lui essentiellement au niveau alimentaire. Nous préférons, toutefois, le terme de rongeur anthropophile à celui de rongeur commensal.

Cette vie avec l'homme est assez récente en Europe (116). Si *Rattus rattus* est présent depuis au moins le moyen-âge, ce n'est qu'au XVI^{ème} siècle que *Rattus norvegicus* colonise cette partie du globe puis est "exporté" dans différents autres pays. *Rattus norvegicus* proviendrait de l'Asie Mineure. En 1527 il traverse la Volga. Il est signalé en 1750 en Allemagne, en 1753 à Paris, en 1762 en Norvège. Il est exporté en 1775 aux Etats-Unis. Il apparaît en 1919 dans l'état du Woyoming, en 1923 dans celui du Montana. Il est introduit aussi aux Philippines, où la présence d'autres rongeurs limite énormément sa répartition, et le confine essentiellement aux ports, sauf à Cebu où *Rattus norvegicus* est responsable de dégâts importants dans les cultures (62).

Ce commensalisme des rongeurs (rats au sens général) est entré dans les croyances de tous les pays : en Grèce APOLLON était un Dieu-rat ; en Inde il existe un temple sacré pour les rats qui y vivent en liberté des offrandes apportées. Ainsi, en fonction des croyances, le rat peut être aussi bien l'expression de la richesse (surtout en Orient) qu'un critère de misère et de pauvreté (plutôt en Occident).

Les problèmes posés par ce commensalisme sont pour la majorité d'entre eux bien visualisés par les dégâts matériels occasionnés par ces animaux.

I.1.5.b. Les dégâts matériels

Les dégâts matériels causés par les rongeurs anthropophiles peuvent se classer en deux catégories : ceux touchant les structures, ceux concernant les denrées alimentaires.

La première est essentiellement le résultat de certains comportements de ces animaux : creusement de terriers, rongement, nidification.

Le creusement des terriers rend instables les sols. Il peut alors se produire des effondrements, interrompant des routes et des voies de chemin de fer, ou détruisant les berges de rizières et d'étangs artificiels (33).

Les rats et les souris peuvent ronger des fils électriques, des câbles de téléphone (108), des tuyaux en plastique. Ils peuvent attaquer aussi les sols, les murs, les portes des maisons (33).

L'utilisation accrue de matériaux tels que la laine de verre, le polystyrène expansé, pour diminuer, dans un monde où l'énergie est de plus en plus chère, les pertes de chaleur au niveau des habitations et des bâtiments d'élevage est une aubaine pour les rongeurs anthropophiles. Ils y installent leurs nids qui possèdent ainsi des qualités thermiques remarquables. Mais par ce fait, ils détruisent ces isolants et les rendent inefficaces. Ceci nécessite alors des dépenses supplémentaires de chauffage et de remplacement de ces structures. Les altérations par nidification peuvent intéresser aussi les cartons et les emballages divers indépendamment des dégâts causés aux denrées alimentaires.

Ces dégâts sont de trois types : destruction des cultures, consommation des denrées stockées, détérioration par contamination par les poils, les fèces ou l'urine.

Les problèmes posés dans les cultures par les rongeurs anthropophiles (essentiellement *Rattus rattus*, à un moindre niveau *Mus musculus*, plus rarement *Rattus norvegicus*) sont surtout importants dans les contrées tropicales et subtropicales, où ces animaux s'attaquent au riz, maïs, sorgho, millet, noix de coco, arachide, cacao, canne à sucre... Les pertes sont estimées entre 5 et 40 p. cent (90 p. cent lors d'une explosion démographique de rongeurs dans les champs de riz aux Philippines) (33).

Les denrées stockées consommées par les rongeurs sont nombreuses et varient en fonction des conditions locales. Vu leur mode d'entreposage, les céréales sont souvent les plus sérieusement atteintes (33).

La contamination par les poils, les fèces et l'urine est grande. De petites colonies de *Rattus norvegicus* (10 à 26 animaux) accèdent en 12 à 18 semaines à une tonne de blé ensaché, en contaminent 70 p. cent et en consomment 4,4 p. cent (16). Certaines maladies peuvent ainsi être transmises à l'homme, comme nous allons le voir dans le chapitre suivant.

Auparavant, nous aimerions souligner qu'il est très difficile d'évaluer le prix que coûtent les dégâts matériels causés par les rongeurs. En effet, souvent les personnes considèrent comme normales les pertes de l'ordre de 10 p. cent qu'elles ont l'habitude de subir. De plus, il est difficile de prendre en compte toutes les dépenses effectuées pour essayer de corriger ou de palier les destructions occasionnées. Cependant, quelques chiffres ont été avancés, COURREGE (43) estime que vers 1910 il en coûtait 200 millions de francs-or à la France, 200 millions de marks à l'Allemagne, 12 millions de livres sterling à la Grande Bretagne, un milliard de dollars aux Etats-Unis d'Amérique. Dans ce dernier pays, vers 1960, SILVER (cité dans 11) évalue les pertes annuelles à plus d'un milliard de francs.

Ces chiffres considérables nous font toucher du doigt l'ampleur du problème qui ne se limite pourtant pas aux dégâts matériels mais intéresse aussi la santé humaine et animale.

I.1.5.c. La santé humaine et animale

Les maladies potentiellement transmises par *Rattus norvegicus* à l'homme ou aux animaux sont nombreuses (33 - 43 - 85 - 93 - 105 - 112 - 134 - 137). Nous pouvons les recenser rapidement de la manière suivante :

Maladie	Germe	Présence en France (F) ou en Europe (E)	obliga- toire (o) fréquent (f) acciden- tel (a)	Mode de contamination	Espèces atteintes
thypus murin	<i>Rickettsia mooseri</i>	F	o	inhalation ou ingestion de déjection de puce de rat (<i>Xenopsylla cheopis</i>)	homme
rickeettsiose varicelliforme	<i>Rickettsia akari</i>	?	o	piqûre de <i>Laelapidé</i> (<i>Allodermanyssus sanguineus</i>) gorgé sur le rongeur	homme
leptospirose	<i>Leptospira icterohemorrhagiae</i>	F		souillure d'une muqueuse par l'urine de rongeur	homme chien porc
sudoku	<i>Spirillum minus</i>			morsure de rat	homme
streptobacillose	<i>Streptobacillus moniliformis</i>	F		morsure de rat	homme
peste	<i>Yersinia pestis</i>		f	piqûre de puce (<i>Xenopsylla</i>) infectée	homme
salmonellose	<i>Salmonella typhimurium</i> <i>Salmonella enteritidis</i>			ingestion d'aliments contaminés par des fèces de rongeur	homme animaux
trichophytie	champignon	F	f	le rongeur joue le rôle de réservoir,	homme
toxoplasmose	<i>Toxoplasma</i>	F	f	la contamination se fait éventuellement par contact direct. En général, le rongeur n'intervient pas dans les cas humains ou des animaux domestiques.	animaux domestiques homme

babésioses et piroplasmose	protozoaires	F	o	piqûre de tique infectée héréditairement	chien bovins
taenias nains (cestode)	Hymenolepis nana Hymenolepis diminuata	E	o	ingestion de puce de rat contenant la larve cysticercoïde	homme
trichinose (nématode)	Trichinella spiralis	E	f	consommation de viande de porc peu cuite, celui-ci s'étant infecté en dévorant des rats parasites	homme porc chien

maladies transmises par le rat
diseases transmitted by rat

Suivant la répartition géographique, la pathogénie et le cycle de ces affections, les maladies transmises rencontrées sur le terrain, seront différentes d'un endroit à l'autre. Leur transmission est très variée (figure 10), allant du contact à l'hébergement d'un hôte intermédiaire par le rat.

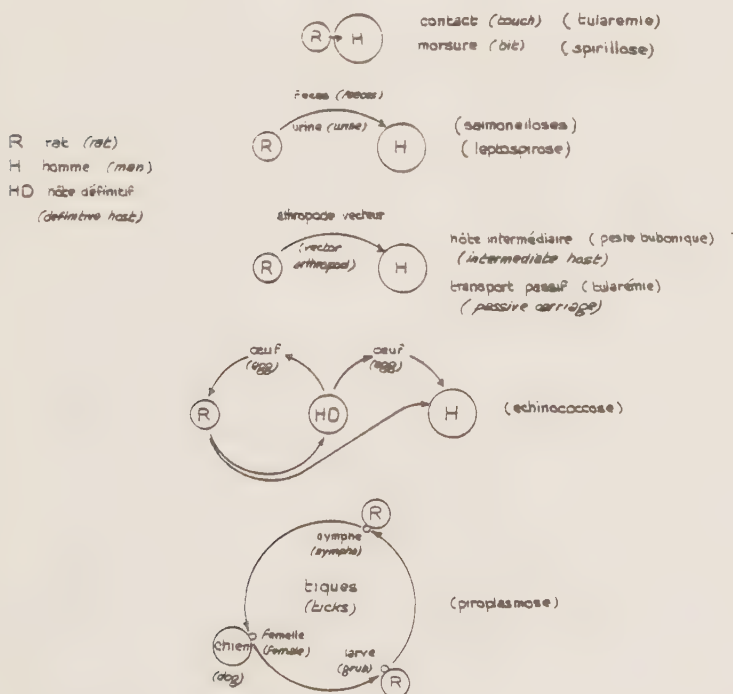


Figure n° 10: modalités de transmission des maladies par les rongeurs (d'après 93)
(transmission of disease by rodents)

Nous signalerons que *Rattus norvégicus* peut être utile à la santé humaine dans le cas de la bilharziose (72), due à *Schistosoma mansoni* qui est transmis par le mollusque *Biomphalaria glabrata* et dont les souches murines sont particulières et adaptées au rat. *Rattus norvégicus* héberge aussi un ver voisin de *Schistosoma*, dont les oeufs disséminés dans les fèces donnent des larves qui passent spécifiquement chez *Biomphalaria* et qui se développent dans la glande génitale du mollusque. Donc le rat et son parasite participent dans la réduction des populations de *Biomphalaria glabrata* et dans la limitation de la bilharziose.

Ces problèmes sanitaires ainsi que les dégâts matériels ont nécessité de la part de l'homme, la mise en oeuvre de techniques visant à réduire les effectifs des populations de rats.

I.1.5.d. La lutte contre le rat

Bien que le sujet soit très important, et qu'une abondante bibliographie ait été établie (25 - 40 - 56 - 62 - 68 - 74 - 75 - 113 - 124 - 135), il n'entre pas dans notre travail d'effectuer une étude détaillée des moyens de lutte contre les rongeurs sauvages. Nous ne ferons que rappeler brièvement les points essentiels.

Les moyens de lutte contre le rat sont physiques, chimiques, biologiques, écologiques.

Parmi les moyens physiques nous trouvons les tapettes utilisables qu'à petite échelle et sur de petites populations (25) ; les ultrasons également utilisés mais sans succès car le rat finit toujours par s'y habituer (92) ; les trappes et pièges surtout intéressants pour obtenir des animaux vivants.

La lutte chimique (58 - 78 - 102) fait appel à des raticides de toxicité aiguë ou des anticoagulants :

raticides de toxicité aiguë commercialisés en France

crimidine
phosphure de zinc
phosphure d'aluminium

raticides anticoagulants commercialisés en France

dérivés de l'hydroxy 4 coumarine

bromadiolone
coumachlore
coumafène
coumatétralyl
difénacoum
pyranocoumarine

dérivés de l'indane dione 1,3

chlorophacinone
diphacinone

Les premiers (77 - 80 - 103) entraînent rapidement la mort du rat après une seule ingestion. Mais le phénomène de néophobie, le fait que le rat ne mange qu'une petite quantité d'aliment nouveau, la capacité de l'animal d'associer un aliment à trouble somatique, diminuent la consommation de tels produits et réduisent leur efficacité. Les seconds se sont développés pour pallier ces difficultés. Ce sont des anticoagulants dérivés de l'hydroxy 4 coumarine ou de l'indandione 1,3. Ils nécessitent plusieurs prises (environ trois) et ne tuent le rat que quelques jours après leur ingestion. Les nouveaux raticides de ce type (bromadiolone, brodifacoum) tendent à réduire le nombre de prises tout en gardant un délai suffisant entre l'ingestion et l'apparition des premiers troubles. Ce délai explique l'absence de relation de cause à effet établie par le rat, ce qui a permis de réaliser des dératisations permanentes où l'appât est laissé constamment à la disposition des rongeurs. Mais rapidement, suite à une grande utilisation de ces raticides, des foyers de résistance sont apparus, en Angleterre, au Danemark, aux U.S.A. indépendamment les uns des autres (41 - 71 - 79 - 97). La résistance se définit par l'ingestion de grandes doses de toxiques et la survie des rongeurs. C'est un phénomène biochimique. Il pose souvent de gros problèmes pour le contrôle des populations dans certaines régions, et nécessite le changement de principe actif anticoagulant et parfois le recours à des raticides de toxicité aiguë. Certains pays comme les U.S.A. pour les grandes villes, les Philippines pour les rizières, ont mis au point des programmes de surveillance où régulièrement les toxiques utilisés sont testés sur des animaux piégés aux endroits où l'on peut craindre l'apparition du phénomène de résistance.

La lutte biologique (6) consiste dans le contrôle génétique (104), l'utilisation de certains comportements (73), mais surtout dans la mise au point de chimiostérilisants (8 - 9 - 31 - 90 - 101). De façon générale, après un traitement raticide classique, compte tenu du fait que l'on n'obtient jamais une efficacité de 100 p. cent, les survivants, trouvant une niche écologique libre, se reproduisent et la population s'accroît à nouveau très rapidement. Un chimiostérilisant bloquant la reproduction peut ralentir cet accroissement ; mais plus de 85 p. cent des mâles doivent être stériles pour arriver à un résultat. Des chimiostérilisants très efficaces sont donc nécessaires et recherchés.

La lutte écologique a pour objectifs d'empêcher le rat d'entrer dans les endroits où il est indésirable, de lui retirer la nourriture, de favoriser l'action de prédateurs ou le développement d'agents bactériens, viraux. Les constructions doivent tenir compte des capacités physiques de l'animal pour diminuer le nombre d'entrées possibles. Le Wildlife Research Center travaille, entre autres choses à la mise au point de barrières électriques (53 - 54 - 88 - 104) qui donneraient au rat s'approchant, une décharge électrique non létale, lui apprenant ainsi à se tenir à distance des champs entourés de telles barrières, et le laissant en vie pour défendre son territoire de l'immigration de ses congénères. Dans les villes, le ramassage des ordures ménagères doit être fait correctement (114). L'utilisation de prédateurs (chat, chien, mangouste) ou de maladies ("virus Pasteur") pour contrôler les populations de rats a toujours été inefficace et même dangereuse : le prédateur introduit se détournant du rat pour s'intéresser aux autres espèces indigènes.

Parmi tous ces moyens de lutte cités, beaucoup n'en sont qu'à un stade expérimental. Nous devons reconnaître que, dans bien des cas, les techniques de contrôle des populations de rats se réduisent à l'emploi de raticides anticoagulants.

Ainsi, les rapports entre l'homme et le rat (rongeur anthropophile sauvage) peuvent se résumer par des actions réciproques de l'un sur l'autre. Le rat altère des ouvrages d'art, des bâtiments, des isolations thermiques ; il consomme et pollue une grande quantité de denrées alimentaires dans les cultures et les lieux d'entreposage ; il intervient parfois dans la transmission de certaines maladies. L'homme, dans sa volonté de limiter les dégâts occasionnés, est devenu par l'emploi de diverses méthodes de lutte, mais essentiellement par l'utilisation des anticoagulants, le prédateur du rat le plus redoutable.

Cette compétition entre l'homme et cet animal sauvage a un pendant : la sélection depuis le siècle dernier de variétés albinos du rat. Ces dernières ont fait l'objet de nombreux travaux, entre autres, sur le comportement. Il nous apparaît donc utile de comparer les souches sauvages et les souches albinos.

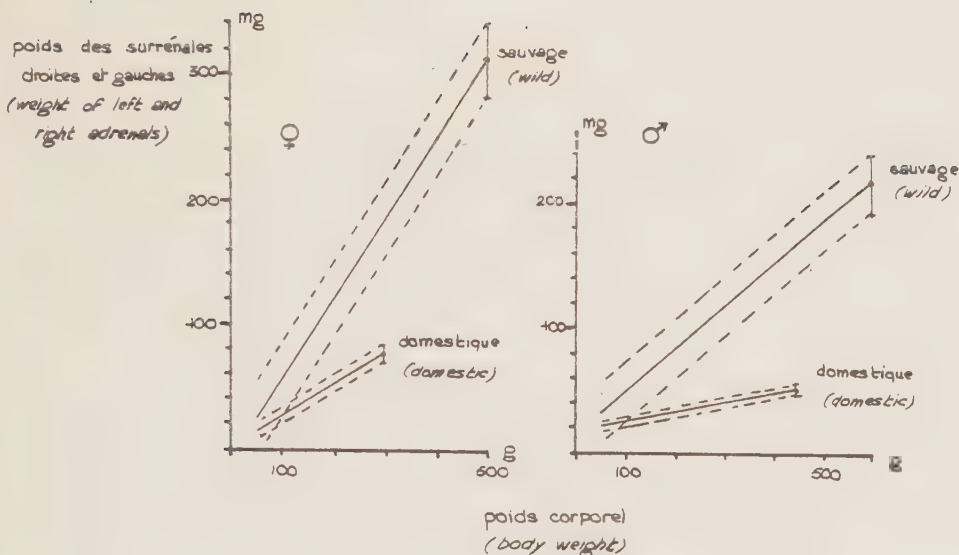
I.1.6. Le rat de ville et le rat des champs (91)

Depuis plusieurs décades la plupart des études de comportement réalisées sur le rat, l'ont été sur des souches de laboratoire. Certains auteurs (76) dénoncent l'extrapolation des résultats, ainsi obtenus, aux rats rencontrés en milieu naturel. Un certain nombre de travaux ont été conduits pour essayer d'apprécier les différences pouvant exister entre ces souches. Ils comparent en général trois types de rats :

- I. rats de souche sauvage et capturés
- II. rats de souche sauvage et reproduits au laboratoire
- III. rats de souche de laboratoire

Ils s'intéressent entre autres à la structure sociale, à l'anatomie des surrénales, au comportement agressif, au phénomène de néophobie et au creusement des terriers.

De petites colonies sont formées par l'introduction de 6 mâles et 6 femelles du même type dans des cages de dimensions réduites (100 x 80 cm) et possédant 4 nids (21). Dans les colonies de type I, un mâle occupe la cage durant la plus grande partie de la scotophase. Ce mâle grossit et ne présente pas d'hypertrophie des surrénales. Quelques autres mâles grossissent également sans présenter d'hypertrophie surrénalienne. Mais la plupart des autres maigrissent, ont une hypertrophie surrénalienne et finissent par mourir. Le taux de mortalité est important : 61 p. cent. Dans les colonies de type III il n'existe pas de différences entre les mâles : tous sont dehors durant la nuit ; tous gagnent du poids et n'ont pas d'hypertrophie des surrénales. La mortalité est faible : 2 p. cent. Les colonies de type II sont intermédiaires. Au début, les mâles sont dehors durant la scotophase, puis, au bout de quatre jours, un seul mâle sort durant la majorité du temps. Tous perdent du poids et ont une hypertrophie surrénalienne, moins importante que dans le type I. Le taux de mortalité est de 22 p. cent. Dans une colonie de type III un mâle particulièrement agressif a constitué une structure de type I.



no 11 : poids des surrénales en fonction du poids corporel chez des rats (*Rattus norvegicus*) sauvages ou de laboratoire (d'après 123)
(variation in weight of adrenals with body weight for wild and domestic norway rats)

La taille des surrénales des rats de type III est toujours inférieure à celle de type I (figure 11) (123). Lors de croisement entre sujets de type I et de type III, cette taille est intermédiaire et plus proche du type III. La médullo surrénale est de la même taille pour tous les types. Par contre, la cortico surrénale a un poids plus élevé dans le type I que le type III ; le type II étant intermédiaire.

Sont observées également des variations dans le comportement de deux rats de même type, placés en présence l'un de l'autre dans une cage munie d'une séparation médiane (5). Le type I est très perturbé par le retrait de la séparation. Les actes les plus fréquents sont attaque, menace et fuite ; le dominant faisant préférentiellement des approche, attaque et menace ; le dominé des fuites. Les corrélations entre certains actes sont marquées : approche - attaque, approche - menace, attaque - menace, menace - reniflement, approche - reniflement. Le type III est peu dérangé par le retrait de la séparation. Les actes sont surtout : approche, monte, passer dessous, pansage, éloignement ; sans différence entre dominant et dominé. Des corrélations s'établissent entre approche - reniflement, approche - pansage, mais les coefficients sont plus faibles. Le type II est encore intermédiaire étant plus du type I lors d'une première rencontre, et plus du type III lors d'une deuxième (opposants les mêmes rats).

Les animaux de type II présentent une plus grande néophobie que ceux de type III chez qui elle existe pourtant (107). Si l'aliment est présenté dans une nouvelle mangeoire, le temps de latence avant l'ingestion est plus élevé pour le type II que pour le type III. Le même aliment disposé simultanément dans deux mangeoires, l'une habituelle, l'autre nouvelle, sera consommé le premier jour surtout dans la première ; les rats s'habituant progressivement iront, les jours suivants, plus volontiers vers la seconde. Cette habitude s'installe plus rapidement sur des rats de type III par rapport à ceux de type II.

Dans un autre essai (115) les rats sont placés dans des cages individuelles contenant de la terre. Après examen des terriers au quatrième jour, on constate que les animaux de type I creusent plus que ceux du type III ; dans le type II, le creusement des mâles n'est pas plus important que celui des mâles de type III, alors qu'il l'est pour les femelles comparées à celles de type III. Des expériences faites dans des conditions similaires (28 - 29) mais durant plus longtemps, montrent qu'il n'y a pas de différence entre rats de type I et de type III, tant au point de vue du comportement que de la structure des terriers.

De ces travaux, nous pouvons dégager les faits suivants : comparés aux rats sauvages capturés (type I) les rats de laboratoire (type III) ont une structure sociale différente en captivité ; ils sont moins agressifs, ils présentent moins de néophobie mais réagissent suivant le même processus ; ils sont enclins à creuser moins vite. Tous ces comportements qui, dans une interprétation finaliste, ont une valeur de survie, sont diminués chez les rats de laboratoire. Ceci fait penser à une action de la domestication différente de la sélection s'établissant en milieu naturel. Les animaux sauvages sont soumis à des dératisations permanentes et doivent savoir déjouer les pièges, tandis que les rats de laboratoire sont sélectionnés, parfois inconsciemment, sur certains caractères (reproduction facile au laboratoire par exemple). Cette action peut être comprise de deux façons :

la sélection naturelle maintient une certaine forme sauvage du comportement, tandis que la domestication la fait disparaître.

la sélection naturelle fait évoluer le comportement vers une meilleure adaptation de l'animal à sa niche écologique (qui évolue, elle aussi, parallèlement), tandis que la domestication le maintient à sa forme initiale (le comportement du rat il y a cent ans).

La première assertion peut être soutenue par des travaux sur *Peromyscus bardii* (140). Plus de douze générations en captivité permettent de supprimer le choix "inné" du milieu, qui se fait alors suivant la prime expérience chez les jeunes. La colonie de rats de laboratoire qui a possédé une structure sociale de modèle sauvage (conférer la première expérience décrite dans ce paragraphe) peut s'expliquer suivant ce schéma : chez un individu ont pu s'exprimer des gènes réglant l'agressivité alors qu'ils sont absents ou répressés chez les autres rats de laboratoire.

La deuxième assertion peut être appuyée par les études du phénomène de néophobie dans le genre *Rattus* (45) chez qui les espèces non anthropophiles (*Rattus villosissimus*, *Rattus fuscipes*) n'en développent pas, tandis que les espèces anthropophiles (*Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*), soumises à un environnement changeant en présentent. De ce fait, le genre *Rattus* qui, à l'origine, aurait eu comme comportement l'exploration des objets nouveaux, aurait acquis et vu croître dans ses espèces au contact de l'homme le phénomène de néophobie. Il faudrait alors admettre que *Rattus norvegicus* était moins néophobique il y a cent ans qu'aujourd'hui (106).

Nous ne choisirons pas entre ces deux hypothèses. Les travaux portant sur la comparaison entre souches sauvages et de laboratoire ne sont pas assez avancés pour permettre de comprendre les mécanismes ayant abouti à créer des différences. Nous ne pouvons que constater ces dernières dans la structure sociale plus hiérarchisée, l'agressivité plus grande, la néophobie plus importante, le creusement plus rapide de terriers chez les rats sauvages.

Ce chapitre que nous venons de traiter, souligne lui aussi les grandes potentialités évolutives et la richesse des adaptations des Muridae telles que nous les a déjà montré l'étude de l'évolution de cette famille zoologique. Pour sa part, *Rattus norvegicus* s'est adapté à une niche écologique proche de celle de l'homme avec lequel il entre en compétition alimentaire, et auquel il est capable de transmettre parfois certaines maladies. Cette adaptation porte, entre autres, sur son régime alimentaire, ses sens, ses capacités physiques, et, son développement, sa reproduction ainsi que la croissance de ses populations.

Le rat est omnivore, ce qui lui donne la possibilité de consommer des nourritures très diverses ; et il est capable de faire une sélection très stricte des aliments qu'il a à sa disposition, pouvant en rejeter un. Ce choix est aidé par des sens olfactifs et gustatifs très développés. Le rat, par ses prouesses d'escalade, peut pénétrer dans bien des constructions humaines. Enfin, les derniers points (développement, reproduction, croissance des populations) lui permettent de maintenir ses effectifs toujours au niveau des capacités limites du milieu.

Après cet exposé des principales caractéristiques biologiques de l'animal dont nous nous sommes servis au cours de notre essai (*Rattus norvegicus* de souche sauvage), nous allons décrire, maintenant, le milieu expérimental utilisé.

I.2. LE MILIEU EXPERIMENTAL

Le milieu expérimental est constitué par une pièce (figure 12) séparée en deux compartiments par un muret de 1,50 m de haut :

le terrarium

la partie réservée à l'observation et à l'entreposage des aliments

Les deux compartiments communiquent par une porte. Le sol est bétonné. Les murs en béton sont recouverts de plâtre. Le muret est tapissé côté terrarium de plaques de tôles lisses pour éviter que les rats ne grimpent.

La pièce est éclairée naturellement par quatre fenêtres. Lors des observations nocturnes une ampoule de 25 Watts est allumée. L'intensité lumineuse est alors celle d'une pleine lune (3 lux au sol à la verticale de la lampe). L'allumage ou l'extinction de cette source de lumière ne semble pas perturber le comportement des rats, tout au moins dans ses grandes lignes.

La température est réglée par :

le temps extérieur (les fenêtres sont ouvertes en permanence)

la chaleur diffusant du reste du bâtiment qui entoure la pièce sur deux côtés

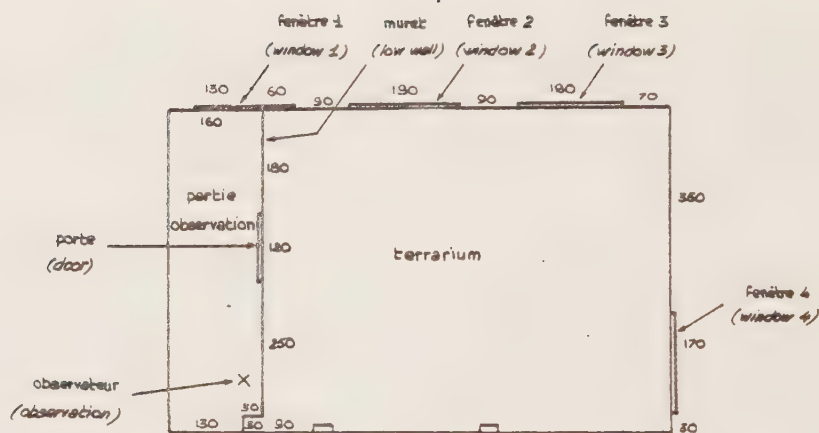


Figure n°12: dimensions du terrarium
(terrarium size)

Cette seconde source de chaleur n'est pas négligeable, car en plein hiver, la température minimale de la pièce s'est tenue aux alentours de 10° C et n'est jamais descendue en-dessous de 5° C.

Les figures n° 13 et 14 donnent l'aspect du terrarium au début et en fin d'expérimentation. Nous y voyons les différents éléments le constituant.

Initialement, 9 m³ de terre sont déposés dans le terrarium sous la forme d'une couche de 40 à 50 cm qui diminue d'épaisseur à l'approche du muret, et d'une butte de 1 m de hauteur environ située sur la partie droite de la pièce. Deux bottes de foin, l'une près de la butte (BFD), l'autre plus à gauche et plus au fond (BFG) apportent aux animaux des matériaux pour leur nid. Deux planches de 3,5 m de long sont placées à droite et à gauche (PD et PG) du terrarium, d'autres (P1 à P6) plus courtes sont disposées çà et là.

En fin d'expérimentation le terrain est nivelé par l'activité des rats. Il est cependant hétérogène : l'un de ses trois constituants (terre, foin, pierres) prédominant par endroits. Il n'y a plus de bottes de foin ; en effet, les rats les délitent petit à petit, et nous sommes amenés à les renouveler, jusqu'à la fin de la deuxième partie de l'expérimentation où nous avons jugé qu'il y avait assez de foin dispersé dans le terrarium. Les planches sont restées à leur place ; elles ont seulement subi des rongements et un enfouissement progressif. La cage le long du mur à gauche a été introduite à la fin de la deuxième partie de l'expérimentation ; les rats ne peuvent y entrer, mais ont la possibilité de monter dessus et de creuser sous elle.

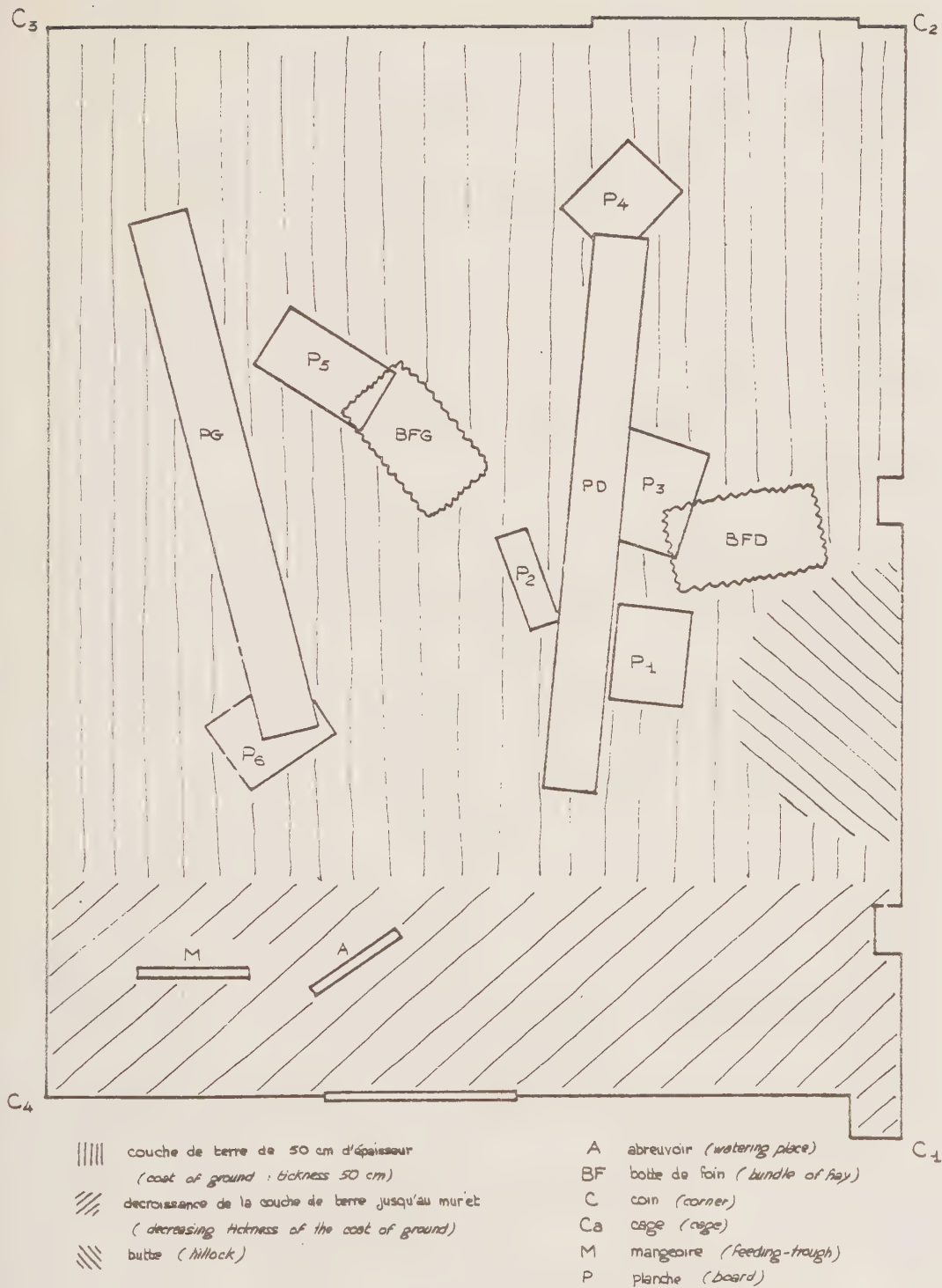


Figure n°13 : le terrarium en début d'expérimentation J1
(the terrarium at the beginning of the study)

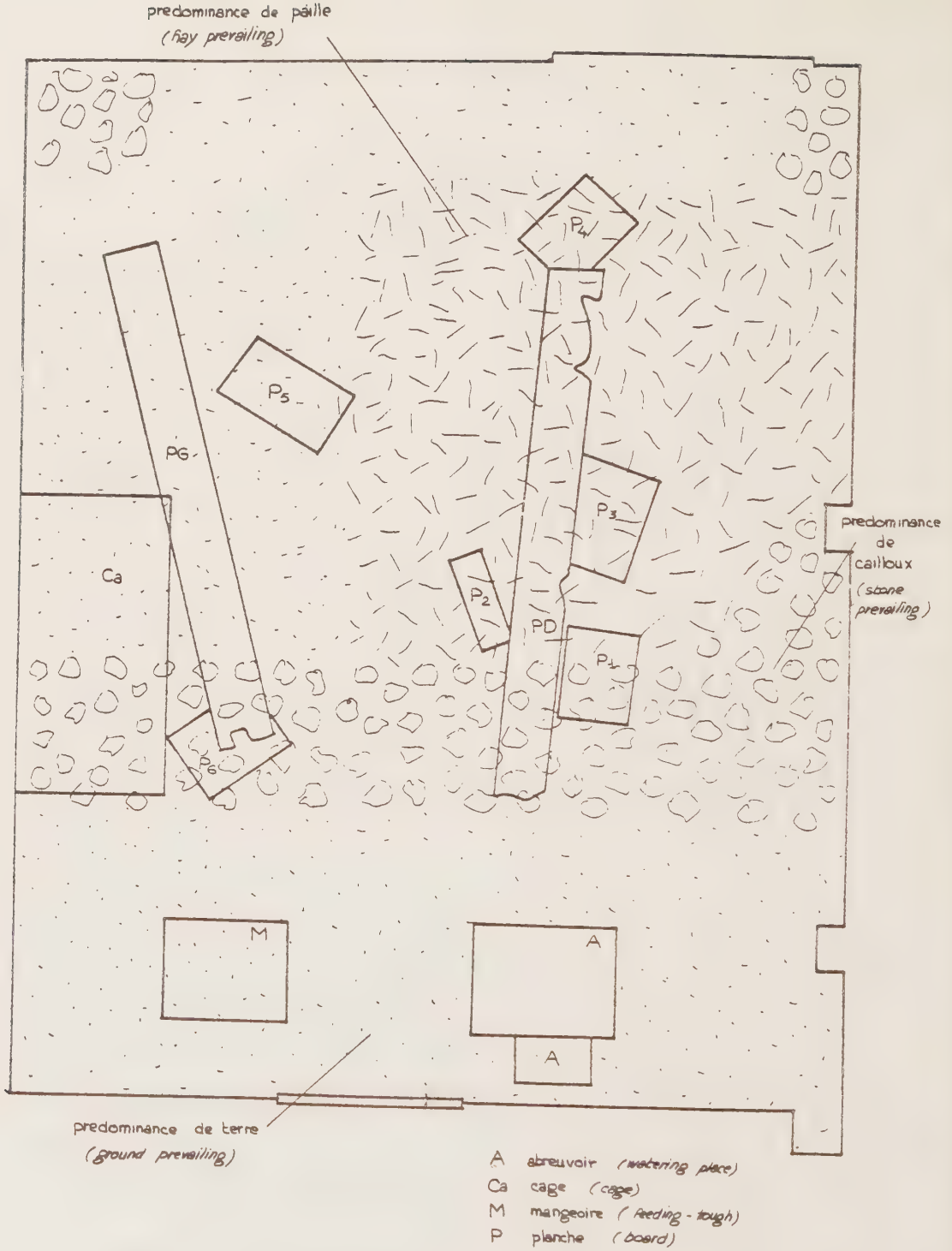


Figure n°14: le terrarium en fin d'expérimentation J450
(the terrarium at the end of the study)

L'eau et l'aliment sont donnés ad libitum. L'aliment est distribué sous forme de bouchons (U.A.R. aliment rats-souris entretien - composition en annexe n° 1), dans une mangeoire près du muret à gauche. L'abreuvoir est situé à droite et a été agrandi avant la deuxième partie de l'expérimentation. La distribution se fait de préférence dans la matinée qui correspond à une période d'activité des rats particulièrement calme.

Le terrarium que nous venons de décrire a été élaboré en s'inspirant de la vie du rat dans le milieu naturel. Ainsi, nous avons fourni aux animaux, de la terre pour creuser, des planches pour s'abriter, des bottes de foin pour nidifier ; et nous les avons soumis, dans la mesure du possible, aux conditions climatiques extérieures. Par ailleurs, ce milieu artificiel est suffisamment restreint pour permettre l'observation de tous les animaux qui y sont placés, suivant un protocole que nous allons présenter dans le chapitre suivant.

I.3. LA METHODOLOGIE GENERALE

Nous étudierons successivement les principales étapes de l'expérimentation qui possèdent chacune un protocole particulier, puis les conventions et méthodes qui sont restées invariantes du début à la fin, et enfin les méthodes statistiques utilisées dans le traitement de certaines données.

I.3.1. Les principales étapes de l'expérimentation

L'expérimentation est divisée en trois parties correspondant à des périodes de l'évolution de la population, à des méthodes d'observations et à des objectifs différents. Le tableau ci-après résume ces étapes :

Nombre de rats		Observation		Buts	Dates	Temps en jours
Présents	Rats	Comportements	Durée			après le lâcher
<u>1ère partie</u>						
lâcher de 3 mâles et 3 femelles	tous	tous	1 à 4 h chaque soir	éthogramme hiérarchie sociale	12/04/79 27/06/79	1 à 77
<u>2ème partie</u>						
beaucoup	tous	certains	24 h tous les 15 jours	rythmes d'activité	13/10/79 6/02/80	185 à 301

3ème partie

beaucoup	certain	tous	8 h au coucher ou 8 h au lever du soleil	rythmes d'activité interactions sociales	19/03/80 343 à 361 6/04/80
----------	---------	------	--	---	-------------------------------

piégeage	poids, sexe	29/05/80 414 à 450
<u>principales parties de l'expérimentation</u>		4/07/80

(principal parts of the study)

Durant la première partie, nous prenons des notes chronologiques sur les différents comportements effectués par chacun des animaux lâchés. Dans la mesure du possible nous essayons de décrire les comportements observés, les rats en cause, la localisation des activités. Toutes ces données sont regroupées par cinq minutes. Nous avons aussi établi les 8 et 9 mai 1979 une observation continue sur 48 heures, suivant la même méthode. L'annexe 2 indique les dates et la durée des observations.

Cette partie nous a donc permis d'élaborer la plus grande partie de l'éthogramme et d'étudier avec précision, grâce au marquage des animaux, la hiérarchie sociale. Pour cette dernière étude, nous avons découpé arbitrairement la première partie en trois périodes correspondant à peu près à des stades de reproduction :

	Dates	Jours après le lâcher	Justification
1ère période	du 12 avril 1979 au 6 mai 1979	1 25	femelles gestantes
2ème période	du 7 mai 1979 au 1 juin 1979	26 51	femelles gestantes et allaitantes
3ème période	du 3 juin 1979 au 27 juin 1979	53 77	femelles gestantes et allaitantes

Les trois périodes de la première partie de l'expérimentation	1ère portée sevrée
---	--------------------

(the three periods of the first part of the study)

Durant la deuxième partie de l'expérimentation, nous comptons régulièrement, sur 24 heures, le nombre d'animaux faisant tel ou tel comportement. Les observations se font suivant un cycle qui revient toutes les 10 minutes. Pendant les cinq premières nous dénombrons les rats visibles, les rats qui se reposent, ceux qui se toilettent continuellement durant ce laps de temps, les comportements agressifs, les comportements sexuels. Les cinq dernières minutes nous permettent de relever le nombre de rats mangeant, buvant, creusant, amassant. Lorsque le nombre d'animaux est faible, il est alors possible de noter toutes ces activités en cinq minutes ; nous avons alors réduit la base de temps à cinq minutes. Dans l'annexe 3 nous trouvons les dates et les heures de début et de fin des sept observations de vingt quatre heures réalisées.

Ce protocole nous a permis d'étudier les rythmes circadiens d'activité de notre population.

Durant la troisième partie de l'essai, sept animaux capturés le 18 mars 1980 sont marqués et relâchés le jour suivant dans le terrarium. Nous les observons de deux heures avant le coucher du soleil jusqu'au milieu de la nuit, ou du milieu de la nuit jusqu'à deux heures après le lever du soleil. Durant cinq minutes nous notons la présence ou l'absence des rats marqués, puis, pendant les cinq minutes suivantes nous chronométrons les différentes activités de deux des rats marqués (les mêmes durant une observation donnée), et nous recommençons. L'annexe n° 4 indique les dates, les heures d'observations et les animaux suivis.

Ainsi, nous pouvons appréhender les rythmes d'activité et les interactions sociales de certains rats au sein de la population.

Chaque étape de l'expérimentation nécessite un protocole d'observation particulier, fonction des objectifs visés mais aussi de l'état de la population. Cependant, un certain nombre de conventions et de méthodes sont utilisées tout au long de l'essai.

I.3.2. Les conventions et les méthodes générales

Avant d'exposer les résultats obtenus il nous appartient de préciser quelques conventions et méthodes générales qui sont utilisées tout au long de l'expérimentation.

Toutes nos observations sont rapportées au début du coucher du soleil qui est suivipar environ une heure de crépuscule, ainsi qu'au début de l'aurore que nous situons une heure avant le lever du soleil.

Le marquage des animaux (ceux qui sont lâchés au début de l'essai et ceux qui sont capturés et relâchés durant la troisième partie de l'expérimentation) se fait avec un shampooing décolorant (éclair clair N.D. de l'Oréal) vendu dans le commerce. Une fois les animaux anesthésiés à l'éther après induction à la kétamine (10 mg/kg en I.M.), le shampooing est appliqué sur leur pelage en fonction de motifs particuliers pour chacun et il est laissé 20 à 30 minutes. Après ce laps de temps, le rat est réanesthésié à l'éther, puis rincé, lavé avec un bain adoucissant, à nouveau rincé et enfin séché. Chaque animal est placé dans une cage individuelle pendant une nuit. Au matin, les animaux capturés pour la troisième partie de l'expérimentation sont mis en présence de terre provenant du terrarium et restent en contact avec elle jusqu'à la fin de l'après-midi où ils sont relâchés.

La taille des animaux observés est évaluée en fonction de l'échelle suivante (122) :

en-dessous de 50 g	taille I
de 50 à 150 g	taille II
de 150 à 350 g	taille III
au-dessus de 350 g	taille IV

Nous étudierons assez précisément les méthodes statistiques car en plus des formules courantes, nous utilisons une technique d'analyse particulière.

Si dans une population de n individus, n_i individus ont le caractère quantitatif x_i , et k le caractère qualitatif K , nous pouvons calculer les variables statistiques suivantes :

$$\text{pourcentage } p = \frac{k}{n}$$

intervalle de confiance du pourcentage à 5 p. cent de risque =

$$\text{icp} = \pm 2 \sqrt{\frac{P(1-p)}{n}}$$

$$\text{moyenne } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i x_i}{n}$$

$$\text{variance } \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (\sigma \text{ écart type})$$

intervalle de confiance d'une moyenne à 5 p. cent de risque
 $n > 30$

$$\text{icm} = \pm 2 \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$$

intervalle de confiance d'une moyenne pour $n < 30$ (test de STUDENT)

$$\text{icm} = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \times t_0 \text{ avec } t_0 = 2,45 \text{ p. cent de risques}$$

et 6 degrés de liberté.

Nous utilisons une méthode particulière (111) pour étudier l'action du hasard dans des situations où une unité comportementale en suit une autre, où un rat fait un certain type de comportement envers un autre. Elle consiste à calculer une répartition théorique puis à la comparer à la répartition observée. Prenons l'exemple de trois rats qui se poursuivent deux à deux. Le tableau ci-dessous indique les valeurs obtenues pour chaque type de poursuite :

poursuivi ↓	poursuivant →	X	Y	Z	
X			a	b	F
Y	c			d	E
Z	e	f			D
	A	B	C		T

C'est ainsi que X poursuit Y : c fois et Z : e fois. Les majuscules A à F sont la somme des lignes et des colonnes, T le total des interactions observées. Une des diagonales est vide car un rat ne peut pas se poursuivre lui-même. Cette particularité explique la formule de la répartition théorique où le dénominateur de "X poursuit Y" est formé du total des interactions moins le nombre de fois où X est poursuivi :

$$R_x \longrightarrow y = \frac{A \times E}{T - F}$$

Ainsi cette formule n'est pas symétrique et nous pouvons calculer la valeur théorique de "Y est poursuivi par X" :

$$Ry \longrightarrow x = \frac{E \times A}{T - B}$$

Les pourcentages de ces valeurs sont calculés et comparés à l'intervalle de confiance de la fréquence observée :

$$Px \longrightarrow y = \frac{Rx \longrightarrow y}{T}$$

$$Py \longrightarrow x = \frac{Ry \longrightarrow x}{T}$$

$$px \longrightarrow y = \frac{c}{T} \pm icp$$

Pour l'expression sous forme de schéma, des relations entre unités comportementales où la valeur observée est supérieure au calcul théorique, nous utilisons l'indice suivant :

$$\dot{I} = \frac{(px \longrightarrow y) - (Px \longrightarrow y)}{icp}$$

Notre protocole expérimental se caractérise par l'utilisation d'un terrarium. C'est un milieu relativement restreint et clos où nous pouvons observer tous les animaux qui s'y trouvent. Ceci doit nous permettre de bien contrôler leur présence ainsi que leurs comportements. Mais cet espace est fermé et nous verrons en comparant nos travaux à d'autres réalisés sur le terrain les limites de ce modèle.

Nous avons déposé dans le terrarium, de la terre, des abris (bottes de foin, planches), de l'eau et de l'aliment ad libitum. Le cycle lumineux est le cycle naturel. Dans ce milieu, nous avons lâché six animaux qui se sont multipliés. Nous étudierons donc dans le chapitre suivant l'évolution de la population.

II. L'EVOLUTION GENERALE DE LA POPULATION

Nous avons vu les caractéristiques biologiques et écologiques du rat, la structure du modèle expérimental, ainsi que la méthodologie mise en oeuvre. Nous allons étudier, au sein du terrarium, l'évolution d'une population de *Rattus norvegicus*, pendant une période de 450 jours.

Nous examinerons successivement le nombre d'individus présents, la structure de la population, la reproduction et enfin, les problèmes pathologiques. Puis nous discuterons de l'évolution générale que nous avons observée dans nos conditions expérimentales.

II.1. LE NOMBRE DE RATS PRESENTS DANS LE TERRARIUM

Le nombre de rats présents dans le terrarium à divers moments de l'essai nous permet de connaître l'évolution de la population comme nous l'avons définie précédemment (conférer I.1.4.e.). Après avoir exposé les méthodes utilisées pour dénombrer les animaux, nous présenterons nos résultats et les comparerons à des données bibliographiques ainsi qu'à une courbe théorique.

Le comptage exact des animaux est fait au moment du lâcher, puis au moment du piégeage final. Tout au long de l'essai, le nombre d'individus est mesuré par le nombre maximum, au cours d'une nuit, d'animaux visibles à un instant donné. Le chiffre ainsi obtenu est sûrement inférieur au nombre réel, mais nous ne pensons pas qu'il en diffère beaucoup, car à la tombée de la nuit, tous les rats, quelle que soit leur classe sociale, semblent sortir de leurs terriers. Ceci se remarque sur les actogrammes de la deuxième partie de l'expérimentation (annexe n° 11) où nous observons que le premier pic est souvent le plus élevé, ainsi que sur ceux de la troisième partie (annexe n° 9) où tous les animaux marqués apparaissent au moins une fois dans l'heure et demie suivant le début de la nuit.

Ces mesures nous permettent de construire la courbe "observée" sur la figure n° 15 (la dernière portion de droite est laissée en pointillés, car le dernier chiffre n'est pas une mesure instantanée : il y a eu 36 jours de piégeage). Nous notons au sein de notre terrarium que la population est en augmentation continue sans stabilisation et passe de 6, trois mâles et trois femelles, à 210 individus. Ceci diffère des résultats obtenus sur rats de laboratoire (28) : 10 individus, cinq mâles et cinq femelles, placés dans un enclos de 12 x 7 m à l'extérieur (jusqu'à - 10° C en hiver), donnent durant 2 ans une population stable d'une cinquantaine d'animaux. La "courbe observée" ne croît cependant pas très vite et s'éloigne de la courbe théorique représentant une situation idéale basée sur les considérations suivantes : trois femelles et trois mâles au départ ; gestation de trente jours ; sevrage et apparition des jeunes âgés de trente jours ; maturité et fécondation à l'âge de quatre-vingt-dix jours. Elle présente deux accidents : l'un au 185ème jour, l'autre au 265ème jour. Le premier s'explique par de la mortalité (conférer tableau n° 1) ; le second est peut-être dû à une perturbation de l'activité des animaux lors du comptage : en effet, ce jour-là, la courbe d'activité est modifiée (conférer annexe n° 11). Enfin la dernière portion en trait plein de la "courbe observée" est modifiée par deux piégeages qui retirent du terrarium

Figure n°15 : évolution numérique de la population du terrarium
 (numerical evolution of the population in the terrarium)

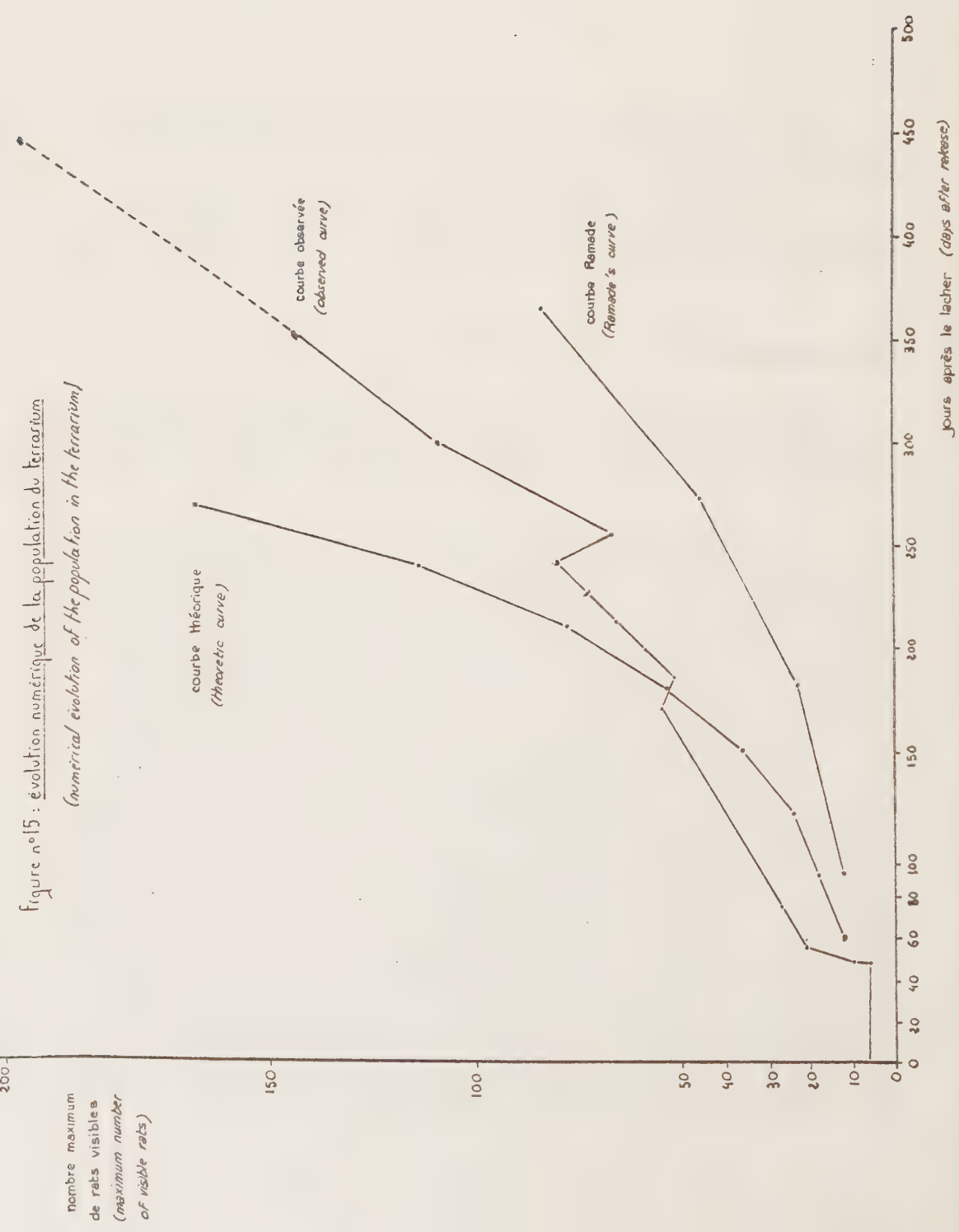


Tableau n°1 : rats morts ou capturés en cours d'expérimentation

(Dead or captured rats during the study)

Date	Jours après le lâcher	sexe	Poids ou taille	Remarques	
8/10/79	179	Femelle			Rats trouvés morts dans le terrarium
11/10/79	182	Mâle	86 g	Troubles respiratoires Bactériologie Pasteurella multocida Streptocoque D Escherichia coli	
12/10/79	183	Mâle LA	437 g	Troubles respiratoires	
14/10/79	185	Mâle	340 g	idem	
15/10/79	186	Mâles	120 g	idem	
			273 g	idem	
17/10/79	188	Femelle	203 g	idem	
20/10/79	192	Mâle	262 g	idem	
3/11/79	205		III		
			II		
4/12/79	236			Rat à moitié mangé	Rats piégés
5/ 1/80	268		II		
1/ 2/80	295	Mâle	III		
24/ 2/80	318	Mâles	422 g	Vers	
			390 g		
			355 g		
			330 g		
			295 g		
			285 g		
			260 g		
			250 g		
			233 g	Bronchopneumonie	
			230 g		
			184 g		
			150 g		

Tableau n°1 : rats morts ou capturés en cours d'expérimentation
(suite) *(Dead or captured rats during the study)*

24/2/80		Femelle	322 g	
18/3/80	342	Mâles	482 g	
			410 g	
			403 g	Mâle 1
			397 g	
			382 g	
			362 g	
			349 g	Mâle 2
			329 g	
			324 g	
			293 g	Mâle 7
			277 g	
			250 g	
			217 g	Mâle 4
			171 g	
		Femelles	317 g	
			292 g	
			283 g	Femelle 5
			250 g	Femelle 6
			200 g	
			175 g	Femelle 3
			150 g	
12/4/80	367	Mâles	463 g	
			452 g	
			370 g	Mâle 2
			325 g	
			324 g	
			290 g	Mâle 4
			270 g	
		Femelles	384 g	
			380 g	
			317 g	Femelle 5
			272 g	
			255 g	
			243 g	
			235 g	
			231 g	

Rats piégés

27 animaux (conférer tableau n° 1). La "courbe observée" diffère de celle déduite des données de RAMADE (117, conférer I.1.4.e.), mais l'absence d'indications sur les modalités de construction du modèle de cet auteur ne nous permet pas d'en dire plus.

Le nombre de rats présents dans le terrarium, approché par le nombre maximum d'animaux visibles, croît sans se stabiliser tout au long de l'expérimentation. Pour préciser cette évolution, nous aborderons maintenant la structure de la population.

II.2. LA STRUCTURE DE LA POPULATION

La structure de la population correspond à la répartition des rats en fonction de leur poids et de leur sexe. Son étude est faite en trois parties : au début, en cours, et à la fin de l'expérimentation.

II.2.1. La structure de la population en début d'expérimentation

Le 12 avril 1979 ($J = 0$), nous lâchons six rats dans le terrarium : trois mâles et trois femelles. Ils sont tous de souche sauvage. Une semaine auparavant, ils ont été marqués, puis isolés en cages individuelles. Ils varient suivant leurs origines, leur temps passé au laboratoire, leur poids.

Un mâle et une femelle proviennent de la reproduction effectuée au laboratoire. Ils sont appelés mâle LA et femelle LA. Un autre couple provient d'un piégeage réalisé dans un des quartiers de la ville de Lyon formant les quais de Saône, six mois auparavant, et placés en attente dans une grande cage en compagnie d'autres rats capturés le même jour au même endroit. Ces animaux sont appelés mâle LY et femelle LY. Le dernier couple est piégé quinze jours avant le lâcher dans le département du Loiret, et maintenu en cages individuelles. Ces rats sont nommés mâle LO et femelle LO.

A la suite d'un oubli, les animaux ne sont pas pesés. De ce fait, nous ne pouvons en indiquer que leur grosseur relative. Les mâles LA et LO sont les plus gros, le mâle LY étant nettement plus léger. Les femelles ont un poids plus faible que les mâles et la femelle LO est la plus petite. Ce sont cependant des animaux adultes.

C'est donc à partir de ces six animaux que s'est développée, au cours de l'expérimentation, la population dont nous allons étudier la structure maintenant.

II.2.2. La structure de la population en cours d'expérimentation

Pendant la première partie de l'essai, compte tenu du faible nombre d'animaux et de la distinction nette entre jeunes et adultes, l'appréciation de la structure de la population a été réalisée par simple

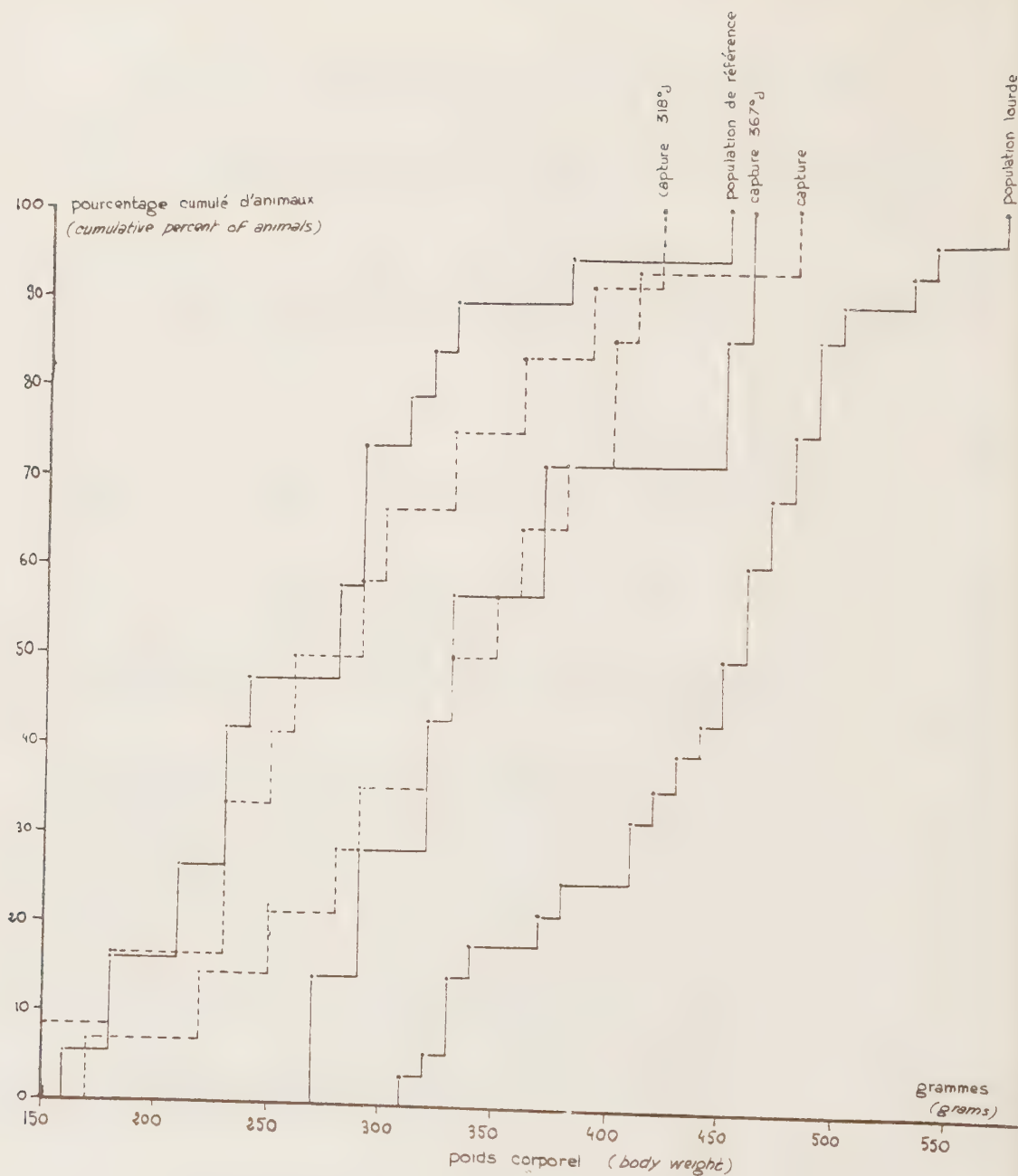


Figure n° 16 : comparaison du poids des mâles captures dans le terrarium à J318, J342 et J367
d'une part, avec ceux obtenus dans une population de référence et une population lourde (127) d'autre part
 (Comparison between the body weights of male rats captured in the terrarium at J318, J342 and J367,
 on one hand, and the ones from a reference population and a heavy population, on the other hand)

comptage : au 77ème jour, il y avait dans le terrarium 6 adultes et 26 rats visibles.

Pendant la seconde et troisième partie (jusqu'au 414ème jour), des mortalités d'une part, des piègeages réalisés aux 318ème, 342ème et 367ème jour d'autre part, ont permis d'évaluer la structure de la population. Le poids et le sexe des animaux morts ou piégés figurent dans le tableau n° 1.

Nous constatons qu'en ce qui concerne le sexe, il n'est pas possible d'avoir au travers de nos résultats, une idée du sex ratio exact de la population. En effet, seulement 14 morts ont été enregistrés dont 3 femelles, 7 mâles, et 4 non identifiés (cannibalisme) ; sur les 49 animaux piégés, la répartition est de 16 femelles et 33 mâles. Compte tenu de ces faits, nous pouvons nous poser la question de savoir si les mâles ne se font pas piéger plus facilement que les femelles.

Pour ce qui concerne le poids, nous notons que, sur les 60 animaux trouvés morts ou piégés, 4 seulement sont des jeunes inférieurs à 150 g. Si nous comparons nos résultats à ceux de SALMON (127) (figure 16), nous remarquons que la répartition du poids des mâles piégés au 318ème jour est assez semblable à celle des mâles piégés dans des populations normales et vivant dans un enclos de 30 x 30 m. Pour les deux autres piègeages (342ème et 367ème jour), cette répartition a tendance à se rapprocher de celle observée dans une population particulièrement lourde vivant dans des conditions naturelles.

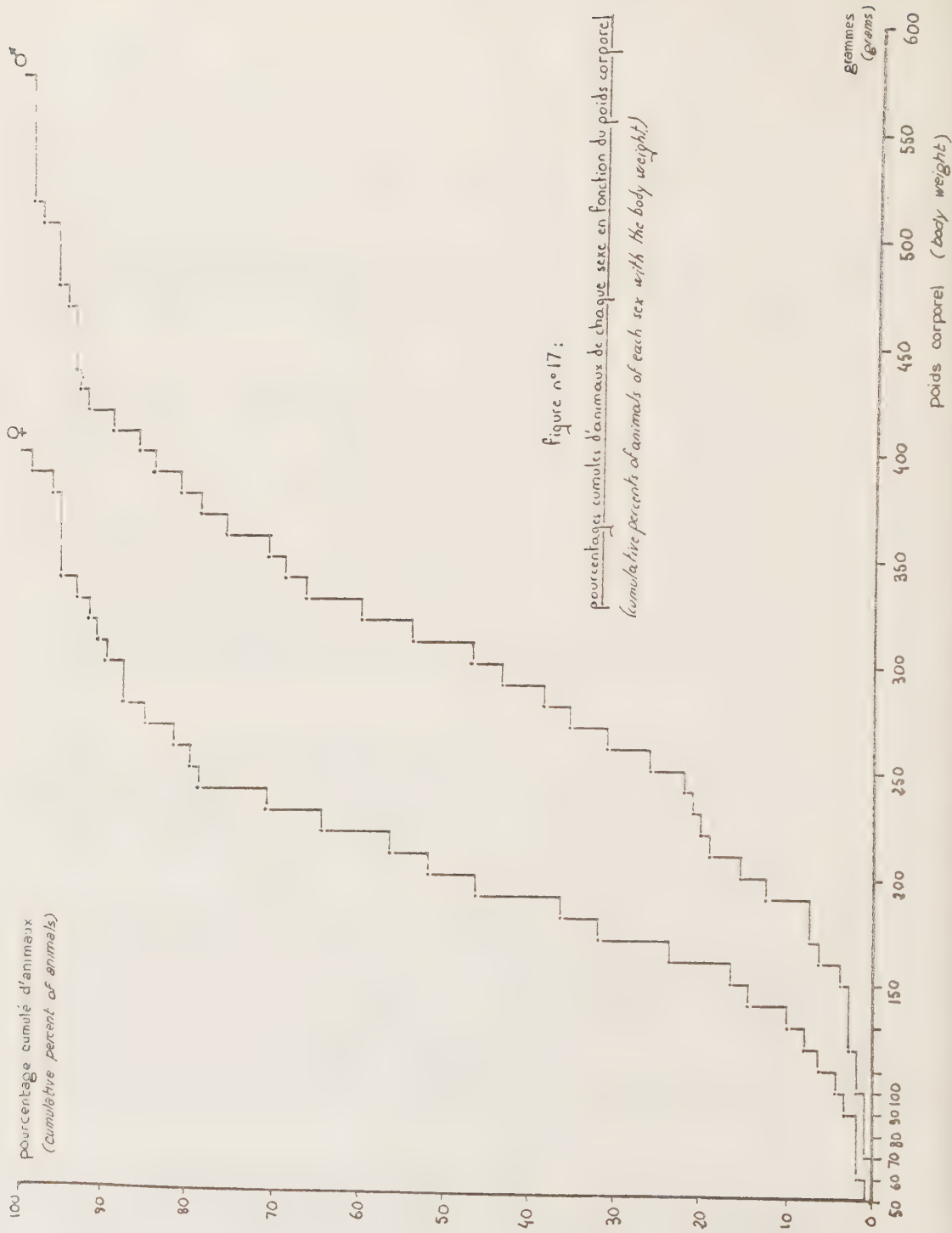
Ces résultats semblent indiquer que les mâles les plus lourds, et donc les plus âgés, sont les plus nombreux : la population vieillit. Mais il est à rappeler que ces données sont obtenues après piègeages qui sont sûrement très sélectifs. Aussi l'étude de la structure de la population à la fin de l'expérimentation nous renseignera utilement.

II.2.3. La structure de la population à la fin de l'expérimentation

A la suite d'une mortalité brutale apparaissant le 29 mai 1980 (414ème jour), il est décidé d'arrêter l'expérimentation, et pour cela, d'effectuer un piègeage de tous les animaux restants. Les pièges sont placés et relevés chaque jour. La capture est longue et difficile puisqu'elle dure jusqu'au 4 juillet 1980 (450ème jour). L'annexe n° 5 donne les résultats de la capture en fonction du temps.

Le sexe et le poids sont étudiés simultanément sur 194 rats : 104 mâles et 90 femelles (16 autres animaux dévorés par leurs congénères ne peuvent être pesés ou sexés).

La figure n° 17 donne le pourcentage cumulé du nombre de rats de chaque sexe par classe de poids. Bien que ces courbes représentent la population totale, nous observons une certaine similitude avec les courbes (figure n° 16), obtenues lors de nos piègeages, ainsi que celle de SALMON (127) avec sa population de référence élevée dans un enclos de 30 x 30 m.



Classes de poids		I	II	III	IV	Total
Nombre		0	16	152	42	209
Total	Pourcentage sur toute la population		8,1 $\pm$ 3,8 p.100	73,4 $\pm$ 1p.100	19,5 $\pm$ 5,5p.100	100 p.100
Nombre		0	4	72	35	111
Mâles	Pourcentage sur toute la population		25 $\pm$ 21,7 p.100	47,4 $\pm$ 8,1 p.100	85,5 $\pm$ 11,0 p.100	53,1 $\pm$ 6,8 p.100
Nombre		0	75 $\pm$ 21,7 p.100	52,6 $\pm$ 8,1 p.100	14,6 $\pm$ 11,0 p.100	46,9 $\pm$ 6,9 p.100
Femelles	Pourcentage sur toute la population					
Données de ROBITAILLE mâles et femelles (122)		10 p.100	30 p. 100	50 p. 100	10 p. 100	100 p. 100

Tableau n°2 : Répartition en fonction des classes de poids et du sexe des rats piégés en fin d'expérimentation.

(Sex and weight distribution of the rats at the end of the study)

Le tableau n° 2 indique la répartition de ces animaux en fonction des classes de poids (conférer I.3.2.) et du sexe. Nous constatons l'absence de classe I, une très nette dominance de la classe III (73,2 p. cent) et deux classes moyennes (IV : 18, 6 p. cent ; II : 8, 3 p. cent). ROBITAILLE (122) effectuant un piègeage dans une décharge en fin d'été, trouve des valeurs différentes avec des classes I et II plus importantes, et des classes III et IV plus faibles (tableau n° 2).

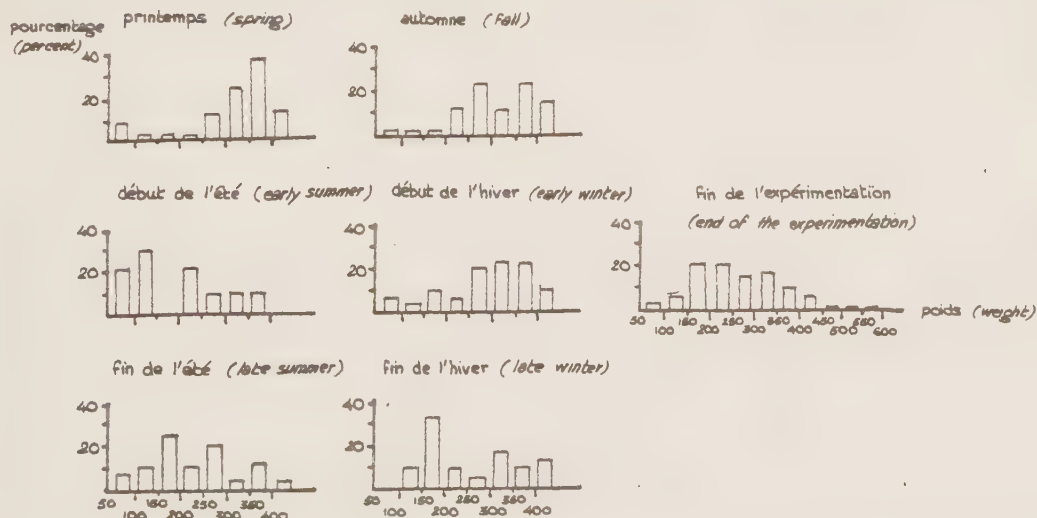


Figure n°18 : répartition des animaux en fonction de leur poids, lors du piègeage réalisé en fin d'expérimentation, et lors de captures dans une population saturée à différents moments de l'année (10).

(body weight distribution of animals captured at the end of the experimentation and of animals captured in a wild, saturated population at different times of the year)

La comparaison de nos résultats avec ceux d'ANDREWS(10) qui piège tout au long de l'année des *Rattus norvegicus* dans une population saturée est faite dans la figure n° 18. Celle-ci montre que la répartition du poids des rats de notre expérimentation correspond au stade fin de l'été (classes 50-100 g et 100-150 g faibles, les autres bien représentées), avec cependant des valeurs plus homogènes entre 150 et 350 g.

Toutes ces données indiquent que la population en fin d'expérimentation a vieilli, c'est à dire que les classes de poids élevé, donc âgées, prédominent et que la reproduction est arrêtée.

Le sex ratio varie en fonction de la classe de poids (tableau n° 2). Les femelles sont plus nombreuses en classe II ; c'est l'inverse en classe IV. En classe III, femelles et mâles sont en nombre égal. Le sex ratio calculé sur les 194 animaux capturés et identifiés en fin d'essai est voisin de 1 (mâles : $53,6 \pm 7,2$ p. cent, femelles : $46,4 \pm 7,2$ p. cent). Si nous rajoutons les animaux sexés retirés du terrarium pendant l'expérimentation (soit un total de 246 rats), nous trouvons un léger avantage pour les mâles ($56,9 \pm 6,3$ p. cent).

A la fin de l'expérimentation, dans une population où il y a presque autant de femelles que de mâles, les animaux âgés prédominent sur les jeunes.

La population vivant dans le dispositif expérimental est donc passée d'une structure jeune, à J 61, (6 adultes et 26 jeunes, soit 18 et 82 p. cent) à une structure vieille, à J 450, (91,8 p. cent d'adultes et 8,2 p. cent de jeunes). Il est à noter que le faible pourcentage de jeunes laisse présager des modifications de la reproduction. Nous allons étudier cette dernière dans le paragraphe suivant.

II.3. LA REPRODUCTION

L'étude de la reproduction s'est effectuée dans un premier temps, compte tenu du faible nombre d'animaux, par l'examen des femelles en oestrus ainsi que le comptage des ratons. Par la suite, n'a été pris en considération que le dénombrement global de la totalité des animaux. Enfin, lors de l'arrêt de l'expérimentation, nous avons fait l'autopsie de toutes les femelles et noté l'état de l'appareil génital.

Dès les premiers oestrus, toute femelle en chaleur est montée par tous les mâles. Ainsi toutes les femelles, initialement placées dans le terrarium, se retrouvent gestantes. Durant la première partie de l'expérimentation, les femelles LA et LY ont trois gestations, la femelle LO seulement deux (conférer V.3.2.) ; cette dernière revient régulièrement en chaleur après sa seconde. La durée de gestation est de 21 jours pour la première et semble plus longue pour la deuxième (21, 26, 29 jours). Les ratons issus de la première gestation apparaissent au 49ème jour. Leur nombre est obtenu par un décompte instantané à un moment donné (2 dénombrements par 5 minutes) ; le résultat le plus élevé durant toute la période d'observation pour chaque jour est indiqué dans la figure n° 19. Leur nombre est maximum (26) le 61ème jour, puis se maintient à 19-20 en moyenne jusqu'à la fin de la première partie de l'expérimentation. Si nous nous référons au nombre maximum, nous pouvons dire que la première portée des trois femelles a été de 8 à 9 ratons.

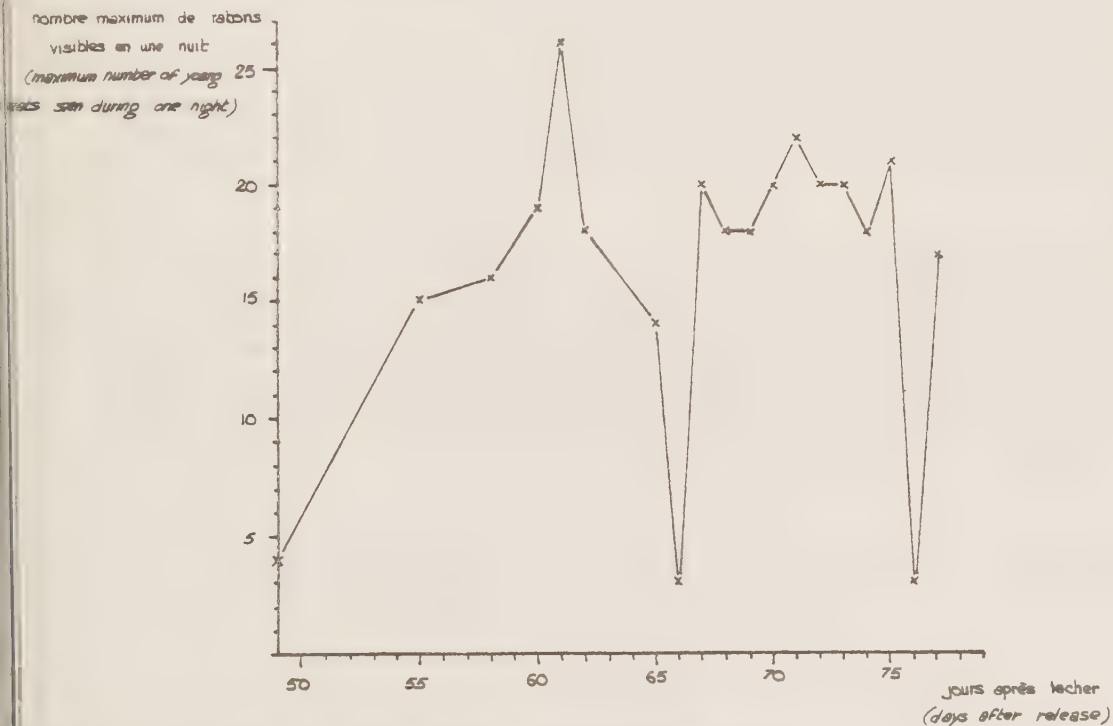


Figure n° 19: nombre de ratons observés durant la première partie de l'expérimentation

(number of young rats observed during the first part of the study)

Les résultats du comptage global de la population sont donnés dans la figure n° 15 (conférer II.1.). Comparés à la courbe théorique (chaque femelle n'ayant que deux jeunes par portée), ils présentent un taux de croissance nettement inférieur. Si au début de l'essai, la forte reproduction situe la courbe observée au-dessus de la courbe théorique, à partir du 180ème jour, cette dernière dépasse la première et s'en éloigne irrémédiablement. Tout ceci indique que la reproduction est fortement diminuée en fin d'expérimentation.

Effectivement, durant le piégeage final, nous n'avons pris que cinq femelles gestantes, dont certaines presque à terme, sur les 90 capturées :

Date de la capture	jour de la capture	poids de la mère	nombre de foetus
29/5	414ème jour	407 g	10
2/6	418ème jour	343 g	11
5/6	421ème jour	227 g	7
10/6	426ème jour	278 g	6
19/6	435ème jour	340 g	12

Nous remarquons que le nombre de foetus est élevé. Il semble donc que la diminution de la reproduction porte plus sur le nombre de femelles gestantes que sur le nombre de petits par portée. Mais la longueur du piégeage final ne nous permet pas d'affirmer cette hypothèse. Il se peut durant cette période que d'autres mises bas aient eu lieu, mais les adultes dérangés par les opérations de piégeage peuvent avoir dévoré les ratons. Ceci est confirmé par le fait que le 12/6/81, nous avons capturé deux femelles (396 et 322 g) en lactation.

Cependant pour CALHOUN (35), si le nombre de mises bas est à peu près identique, par contre le nombre de portées sevrées est très inférieur chez les femelles dominées par rapport aux dominantes. Notons que durant les deuxièmes et troisièmes parties de l'expérimentation, nous observons assez souvent des adultes mangeant des ratons de quelques jours : le cannibalisme semble très important.

En résumé, la reproduction est très intense avec les six animaux lâchés initialement dans le terrarium. Puis elle diminue par la suite, semble-t-il, plus par réduction du nombre de femelles gestantes que par action sur le nombre de foetus

Malgré la croissance continue de la courbe d'évolution numérique (figure n° 15), il y a diminution de la reproduction, comme nous l'avions déjà remarqué en constatant le vieillissement de la population du terrarium. Il est à présumer que la courbe d'évolution numérique se serait petit à petit stabilisée si nous n'avions arrêté l'expérimentation ; ceci sous l'influence de l'arrêt de la reproduction, mais aussi de facteurs pathologiques.

II.4. LES ACCIDENTS PATHOLOGIQUES

Pendant la durée de l'expérimentation, nous notons deux accidents d'origine pathologique :

du 8/10/79 au 20/10/79 (premiers froids) : 9 morts
le 29/5/80 : 14 morts

Sur ces animaux, ainsi que sur certains tués lors du piègeage effectué le 18/3/80, divers examens sont réalisés :

autopsie

examens histopathologiques des organes : coeur, rein, foie, poumon, sur certains rats morts le 8/10/79 ou piégés le 18/3/80.

examens bactériologiques sur des prélèvements de poumons de certains animaux trouvés morts.

examens parasitologiques sur certains rats trouvés morts ou piégés.

Les résultats seront donnés examen par examen.

A l'autopsie des animaux trouvés morts, nous notons une bronchopneumonie : un poumon est plus atteint que l'autre ; il est plus gros, s'affaisse mal, assez consistant, avec présence de pus à la section.

Les examens histopathologiques indiquent :

poumon des animaux morts : prédominance de réaction inflammatoire cellulaire indiquant l'évolution d'une broncho-pneumonie sub-aiguë.

poumon des animaux piégés : présence d'une pneumonie interstitielle discrète.

rein : néphrite épithéliale fréquente mais légère, néphrite interstitielle occasionnelle.

foie : rares foyers de stéatose et d'inflammation avec des histiocytes.

coeur : normal.

Les examens bactériologiques sur le poumon permettent l'isolement de :

Pasteurella multocida, Streptocoque D et Eschérichia coli sur des sujets morts entre le 8/10 et le 20/10/79.

Pasteurella multocida (1 prélèvement) et Bordetella bronchiseptica (2 prélèvements) sur les animaux morts le 29/5/80.

Les examens parasitologiques révèlent la présence très inconstante de parasites avec l'identification de trois espèces :

Hymenolepis nana dans l'intestin grêle.

Capillaria hépatica dans le foie.

Trichomosoides crassicauda dans la vessie, accompagné parfois de lésions hémorragiques.

Les accidents pathologiques observés sont donc dus à l'évolution d'une bronchopneumonie vraisemblablement à Pasteurella multocida. Il convient de souligner

que la mortalité s'est arrêtée spontanément sans mise en oeuvre de traitement. Les lésions trouvées sur les autres organes ainsi que les parasites découverts sont habituels dans cette espèce.

II.5. EN RESUME

Comme point de départ de notre population en semi-liberté, nous avons trois couples d'origine très différente, le mâle et la femelle de chaque couple se connaissant. Tous ces animaux ont survécu et assuré la descendance. Ces faits peuvent paraître en contradiction avec les résultats obtenus par STEINIGER (cité dans 100) qui observe que, lorsque plusieurs couples sont mis ensemble en semi-liberté, un seul survit.

La croissance de notre population est continue. Elle est relativement faible, mais sans stabilisation. Nous sommes en mesure d'approcher trois des facteurs limitant notre population. Le premier est la réduction du nombre de femelles gestantes (5 sur 90) sans réduction du nombre de foetus (6 à 12 par femelle). Le deuxième est le cannibalisme très important. Assez souvent, des adultes mangent des ratons de quelques jours. Le troisième serait une pathologie respiratoire apparue lors du premier coup de froid en octobre 1979, réapparue avec acuité en mai 1980 sous la forme d'une épizootie (14 rats morts en 24 h).

Nous remarquons que ce facteur pathologique n'intervient peut-être pas avec une si grande intensité en milieu naturel, du fait d'une plus grande dispersion des animaux. Par contre, dans ce milieu, la prédation forte peut être elle-même le facteur de limitation (130). Ceci nous montre que l'étude en semi-liberté ne permet pas l'appréciation de tous les facteurs réglant l'évolution d'une population sauvage.

Après avoir vu l'évolution de la population de rats (*Rattus norvegicus*) sauvages dans notre dispositif expérimental de semi-liberté, nous allons observer les comportements des animaux dans de telles conditions.

III, LA DESCRIPTION DES COMPORTEMENTS

Dans toute étude éthologique, la description des comportements observés est importante. Déjà EN 1906, JENNINGS (83) souligne l'exigence de commencer chaque analyse éthologique par l'établissement d'un inventaire comportemental. Cette exigence est réitérée par LORENS (57) : "toute recherche commence avec la description et la classification des phénomènes dont elle s'occupe. La base de toute recherche éthologique est l'éthogramme ou catalogue de tous les comportements caractéristiques d'un animal".

TINBERGEN (136) définit les comportements comme les mouvements faits par l'animal intact. GUYOMARC'H (82) distingue au sein de chaque mouvement plusieurs niveaux distincts :

- la composante motrice de base (sans autonomie fonctionnelle)
- l'unité fonctionnelle
- la séquence ordonnée

Le choix de l'unité comportementale est un problème important. Il ne faut pas qu'elle soit ni trop petite et donc trop pauvre, ni trop grande et donc trop variable ; certaines unités fonctionnelles se retrouvent dans plusieurs séquences ; certains comportements semblent tellement finalisés que nous avons tendance à ignorer leur variabilité ; enfin, les comportements trop rapides ou de trop faible amplitude ne peuvent pas être observés.

Nous allons décrire les comportements visibles dans nos conditions expérimentales. Nous étudierons parfois, grâce à la bibliographie, des comportements non observés mais qui peuvent aider à la compréhension des autres. Soulignons que dans le cadre de notre essai, nous n'avons toutefois pas abordé l'étude des signaux vocaux.

Nous regrouperons nos descriptions dans les classes de finalité suivantes :

- comportements d'entretien
- comportements appétitifs et d'exploration
- comportements sociaux
- comportements faisant intervenir les jeunes.

Nous décrirons pour chacun, d'abord, les séquences ordonnées. Puis, pour connaître les unités fonctionnelles, nous commencerons par l'étude de leurs rapports avec les autres unités ; nous envisagerons alors leur description ; enfin et s'il y a lieu nous les discuterons.

La plus grande part de cet éthogramme a été élaborée durant la première partie de l'expérimentation. Les autres parties nous ont servies à vérifier et à compléter les descriptions antérieures.

III.1. LES COMPORTEMENTS D'ENTRETIEN

Ce sont les comportements non sociaux de l'animal, c'est à dire les comportements qui ne renvoient qu'à lui-même : le repos, les comportements de confort, d'alimentation, l'acte de déféquer ou d'uriner, le transport et le stockage, le creusement, les comportements appétitifs et d'exploration. Ces deux derniers seront traités à part vue leur importance relative.

III.1.1. Le repos

C'est un comportement à part entière comme nous le montre nos observations. Il est exécuté généralement dans les terriers le jour, mais aussi hors des terriers la nuit. Il est souvent précédé, suivi, et parfois entrecoupé de périodes de toilette.

C'est un comportement très variable ainsi que l'indique le nombre de positions que nous relevons. Le rat peut être allongé à plat ventre, ou étendu sur le côté de tout son long ou roulé en boule ; il peut poser le front sur le sol, la tête entre les membres postérieurs. L'intensité varie : sommeil ou repos léger ; les yeux sont fermés ou ouverts.

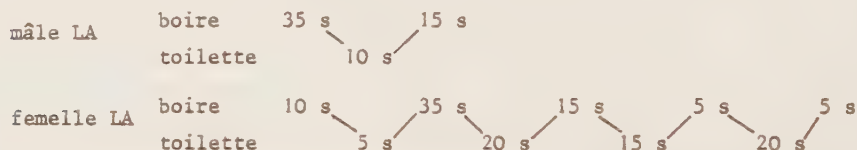
Ce comportement ne correspond pas à un épuisement de l'animal (83), mais il est réglé par des cycles biologiques.

III.1.2. Les comportements de confort

Nous envisagerons successivement la toilette, le bain, l'étirement

III.1.2.a. La toilette

La toilette est observée chez tous les rats suivant deux modalités : de longues périodes de toilette liées au repos, de brèves périodes s'insérant parmi d'autres comportements (le boire, les rencontres agressives, les comportements sexuels...). Donnons deux exemples de séquence boire-toilette (temps en secondes) :



Les unités fonctionnelles de la toilette sont observées seules ou à l'intérieur de séquences plus ou moins longues dans un ordre qui est fonction des comportements en cours : lors du manger ou du boire, la toilette concerne principalement la tête ; après une monte, le pénis ; lors des périodes en rapport avec le repos, généralement toutes les parties du corps. Nous relevons les unités fonctionnelles suivantes :

- se nettoyer la bouche et les pattes antérieures : le rat lèche alternativement ces dernières.
- se frotter le museau avec les membres antérieurs.
- se frotter la tête : les membres antérieurs partent de la nuque et vont vers l'avant en pliant les oreilles au passage.
- se nettoyer les flancs, le ventre, le dos : la fourrure parfois prise avec les pattes antérieures est mordillée ou léchée.
- se nettoyer la queue : le rat tient la queue avec ses pattes antérieures et se la lèche.
- se nettoyer les membres antérieurs.

se nettoyer les membres postérieurs : le rat en allonge un et en mordille et lèche la fourrure.

se nettoyer la région ano-génitale : en se tenant sur ses membres postérieurs, le mâle arrive à se lécher le pénis. Pour la toilette du scrotum chez le mâle, ou de la région anogénitale de la femelle, le rat étend un de ses membres postérieurs comme dans l'unité fonctionnelle précédente.

se gratter avec une patte postérieure les flancs, le ventre en levant un membre antérieur, l'oreille, dans l'oreille, le museau. De temps en temps, le rat nettoie avec la bouche les ongles de la patte qui gratte.

Les comportements de toilette associés à des agressions, parfois considérés comme des activités substitutives (17), sont assez rares.

III.1.2.b. Le bain

Souvent les animaux entrent dans l'eau pour boire. Parfois, un animal, du rebord de l'abreuvoir, plonge tête première et nage sous l'eau jusqu'à l'autre bout. Ce comportement est observé essentiellement chez les jeunes (taille II).

III.1.2.c. L'étirement

L'étirement est observé chez des rats de tout sexe et de toute taille.

Il est peut-être plus fréquent en fin d'après-midi et en début de nuit. Mais ceci n'est qu'une impression d'ensemble.

Il se compose de :

baillement : le rat ouvre largement la bouche tout en faisant les unités fonctionnelles suivantes

étirement proprement dit :

assis sur ses membres postérieurs, le rat étire les antérieurs. ou, à quatre pattes, il étire le dos, les lombes et un ou deux membres postérieurs.

Ces mouvements ne sont pas déclenchés par des conditions extérieures et TEMBROCK les considère différents des comportements de confort (83).

III.1.3. Les comportements d'alimentation

Nous n'envisagerons pas ici le comportement de recherche de nourriture, ni les modalités du choix d'un aliment, mais seulement les composantes motrices du boire, du manger, et du rongement, ainsi que la coprophagie.

III.1.3.a. Le boire

Le boire a parfois lieu avec la toilette. La durée en est variable, mais atteint facilement deux minutes, parfois trois (nous avons observé un rat buvant durant cinq minutes). Cette durée est surtout longue chez les animaux buvant l'après-midi. Chez des rats de laboratoire isolés en cages, la durée moyenne des prises d'eau est de une minute vingt-trois secondes durant la photophase et cinquante six secondes durant la scotophase (39).

Le rat se tient, soit sur le rebord de l'abreuvoir, soit dans l'eau. Puis, soit il se penche en avant et lape l'eau directement, soit il plonge les pattes antérieures dans l'eau, les retire assemblées en une sorte de godet, et lèche l'eau ainsi retenue. Ces deux modalités peuvent être observées sur un même animal.

III 1.3.b. Le manger

Le manger peut se diviser en saisir, porter à la bouche, mâcher, saliver et déglutir. Les deux derniers actes ne sont pas visibles et ont essentiellement un déterminisme réflexe. Le mâchonnement s'observe difficilement, surtout de loin, et peut être confondu avec la toilette de la bouche lorsque le rat laisse ses pattes antérieures en contact avec sa bouche. Nous parlerons du rongement au paragraphe suivant.

Le rat saisit avec ses pattes antérieures un objet pour le porter à la bouche ou pour l'immobiliser (comme par exemple, pour tenir un adversaire en posture de boxe). N'ayant pas de pouce opposable, il replie ses doigts sur la face palmaire, il oppose ses deux pattes antérieures, ou, pour des objets fins comme des feuilles de salade, il les prend entre ses doigts, opposant ainsi les doigts II et V aux III et IV. L'acte de saisir serait appris par les jeunes rats (18).

III.1.3.c. Le rongement

Le rongement est observé lors du manger (pour déliter les aliments), mais aussi sans finalité apparente (essentiellement sur les planches, les murs).

Il se caractérise par des mouvements de va et vient de la mâchoire inférieure par rapport à la mâchoire supérieure.

Nous remarquons parfois que mâle LA va vers une planche et la ronge après une rencontre agressive. C'est alors une activité substitutive (17). Mais tous les actes de ronger sans finalité apparente ne sont pas faits en corrélation avec de telles rencontres. Certaines parties des planches (par exemple, la planche PD vers son extrémité contre la fenêtre) sont rongées préférentiellement par un rat déterminé. Le nombre de rats rongement ainsi est relativement faible. Il semble donc que certains rats prennent l'habitude de ronger par plaisir.

III.1.3.d. La coprophagie

La coprophagie est observée parfois, mais est difficile à étudier du fait de sa discrétion et de sa rapidité. Dans le terrarium, le rat ingère des crottes déjà à terre. Ceci n'exclut pas qu'il puisse en manger certaines à la sortie de l'anus comme le lapin. Dans ce comportement effectué par des rats de laboratoire en cages individuelles, les crottes sont avalées soit directement, soit après avoir été sectionnées ; il n'y a pas de mastication (39).

III.1.4. Déféquer - uriner

Le comportement de défécation a lieu au cours d'autres activités, le plus souvent dans un endroit privilégié. Le rat se toilette ou s'allonge pendant qu'il défèque. Lorsqu'il s'en va, la crotte tient parfois encore un peu à l'anus. Elle tombe peu après.

Le comportement de miction a lieu au repos ou en déplacement. Dans le premier cas, il se produit essentiellement dans le nid sous lequel la terre est plus humide. L'emplacement des nids est d'ailleurs visualisé sur la dalle de béton du terrarium par des taches jaunes. Il existe des comportements particuliers de miction, en relation avec le marquage : les femelles en pro-oestrus déposent quelques gouttes d'urine sur les pierres pour attirer les mâles ; ces derniers urinent également quelques gouttes pour marquer leur territoire.

Ces comportements sont en partie sous le contrôle du système nerveux organo-végétatif.

III.1.5. Le transport et le stockage

Nous étudierons chacun de ces comportements successivement.

III.1.5.a. Le transport

Les rats de tout âge transportent des objets de toute nature tels que bouchons de nourriture, paille, pierre...

Le rat prend l'objet dans sa bouche, le réajuste avec les pattes antérieures, puis se déplace avec une vitesse variée qui peut dépendre de l'âge de l'animal et de la taille et du poids des objets transportés. C'est ainsi que nous avons vu des animaux saisir des pierres de 100 à 150 g, correspondant environ à la moitié de leur poids corporel. Il se déplacent alors avec lenteur et sur une courte distance. La vitesse de transport est par contre très rapide chez les jeunes qui une fois l'objet saisi (essentiellement un bouchon de nourriture) vont rapidement se cacher sous un abri tel qu'une planche. Les femelles constituant leur nid prennent successivement plusieurs brins de paille et les transportent au lieu choisi. Lorsqu'un rat transporte des céréales, par exemple du blé, il peut en prendre plusieurs grains à la fois (6 à 8) dans sa bouche.

III.1.5.b. Le stockage

Les actes entrant dans le comportement de stockage sont le choix de l'objet, sa prise, le transport et le dépôt.

Les objets amassés sont le foin et la nourriture (dans le cadre de notre essai, les bouchons). Le foin est amassé uniquement par les femelles pour construire leur nid. Celles-ci commencent à entasser le foin à proximité de l'orifice du terrier avant de le placer à l'intérieur. Deux femelles peuvent se voler réciproquement du foin à partir des tas qu'elles ont chacune constitués.

Femelles, mâles et jeunes sont observés amassant des bouchons. Chez la femelle, cet acte est lié à la lactation. Il est alors caractérisé par un trajet fixe entre mangeoire et terrier, et par la répétition de cet acte un grand nombre de fois. Au cours d'une période de cinq minutes, la femelle LY transporte jusqu'à seize bouchons (figure 20). Les mâles n'effectuent pas de stockage à proprement parler. Ils ont plutôt tendance à disperser les aliments sur toute la surface du terrarium. Ceci est observé durant la première partie de l'expérimentation chez tous les mâles qui prennent les bouchons à la mangeoire et vont les manger ou les abandonner dans un autre endroit. Les jeunes (taille II, surtout ceux proches de 50 g) sont peu nombreux à la mangeoire ; ils se nourrissent à partir des réserves constituées par les femelles. Cependant de temps en temps, l'un d'eux vient jusqu'à la mangeoire, prend un bouchon et s'enfuit rapidement pour le manger à l'abri. Parfois, les jeunes, en suivant une femelle, transportent des bouchons en même temps qu'elle : il s'agit alors d'une imitation que nous n'avons jamais observée de la part d'un adulte.

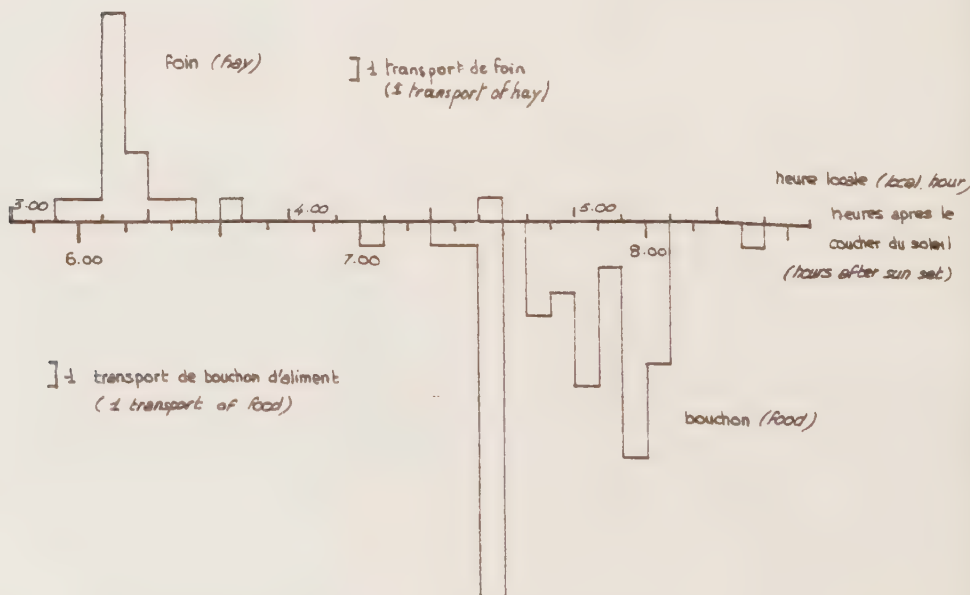


Figure n°20 : fréquence des transports lors d'amassement de foin et de bouchon d'aliment par la femelle LY dans la nuit J28-J29
(frequency of transport of hay or food by female LY during the night J28-J29)

Le stockage ne serait pas un effet direct de la faim. Ainsi MORGAN (18) montre que le rat de laboratoire commence à amasser avant qu'il n'ait faim et continue bien après qu'il soit rassasié. De même STEINIGER (29) observe que le rat sauvage amasse lors d'abondance et que dès les premiers froids il reste dans son terrier. Mais il faudrait l'action d'une privation (29), d'une expérience de frustration dans sa jeunesse pour que le rat stocke. Ce comportement nécessite aussi pour l'animal, la connaissance du milieu et sa sécurité. Cette notion de sécurité expliquerait les différences observées en fonction de la position hiérarchique des animaux (18-89). Le dominant (α) a toujours accès à la nourriture ; il amasse peu et lorsqu'il le fait, c'est en fonction de son expérience de privation. Les dominés (γ ou ω) éparpillent surtout, car ils n'ont pas d'abri fixe où ils sont en sécurité. Les animaux de rang intermédiaire (β) amassent beaucoup. Cependant ANTHOUARD observe dans une colonie en semi-liberté de rats de laboratoire que seul le mâle α amasse (13) ; dans notre essai, tous les mâles ont éparpillé leur nourriture. D'autres facteurs interviennent certainement sur le stockage. Le froid augmenterait la fréquence de ce comportement, mais tous les auteurs ne sont pas d'accord à ce sujet (29-89). Ne seraient transportés et stockés que les objets de taille ni trop grande, ni trop petite (60 chez *Rattus rattus*).

En résumé, si ce comportement est déterminé chez la femelle essentiellement par des facteurs physiologiques (lactation), il ne l'est chez le mâle qu'en fonction de la dominance et de l'expérience acquise.

III.1.6. Le creusement

Nous ne décrivons dans ce paragraphe que l'acte de creuser. Nous étudierons les terriers et les facteurs influençant leur creusement plus loin (conférer VI.1.).

Ce comportement est observé chez des rats de tout sexe et de tout âge. Il est réalisé pour la construction du terrier ou sans but apparent. Dans le premier cas, ce sont les adultes, mâles ou femelles, qui sont concernés. Les femelles creusent plus que les mâles. Il n'y a en général qu'un rat qui creuse à la fois. Parfois un mâle déblaie l'orifice du terrier où une femelle est en train de creuser. Le creusement sans but apparent fait intervenir de nombreux rats, adultes ou jeunes, mâles ou femelles. Tous creusent anarchiquement, et régulièrement le tunnel formé s'effondre ; mais les animaux continuent, souvent longtemps. Le jour, ce terrier est inhabité. Nous signalerons enfin que le creusement peut se rencontrer lors de séquestration entre animaux ; il est alors limité à un acte de grattage.

Le creusement peut se décomposer en deux temps : gratter et déblayer. Le rat gratte avec ses pattes antérieures. Il déblaie la terre en la ramenant sous son corps avec les antérieurs puis, soit il se recule un peu et recommence le même comportement, soit il propulse la terre avec force par ses membres postérieurs (jusqu'à facilement un mètre de distance). Il peut aussi la pousser devant lui avec les pattes antérieures. Les pierres (se trouvant dans le terrier creusé, ou bien sur le chemin du rat) sont soit prises dans la bouche, soit

roulées avec le museau et les membres antérieurs. Les déblais peuvent s'étaler sur un mètre devant l'orifice du terrier, lorsque le volume creusé est important. Souvent le rat évacue plusieurs fois de suite de la terre à partir de l'orifice du terrier avant de gratter.

Les mêmes modalités sont constatées par PISANO (110) et FLANELLY (65). Ce dernier observe six rats de laboratoire dans un bac en plexiglass muni de quatre puits dans lesquels l'expérimentateur peut passer la tête. Il peut donc étudier les animaux creusant dans le terrier et nous apporte ainsi quelques données supplémentaires. Il divise le comportement en quatre périodes.

- gratter
- entretenir le terrier
- évacuer la terre
- dégager la terre à l'entrée.

Gratter est réalisé par périodes de cinq secondes séparées par un bref repos. Il n'a jamais lieu plus de trente secondes (environ cinq à six périodes), en moyenne dix-sept secondes (deux à trois périodes). L'entretien du terrier consiste essentiellement à comprimer la terre. Lors de l'évacuation, le rat ne parcourt guère plus de quarante cinq centimètres sous terre. La durée respective de ces trois périodes est 18, 17 et 70 p. cent. Le rat passe plusieurs minutes à dégager la terre. FLANELLY a observé aussi la formation d'orifices à partir de l'intérieur des galeries. Ceci consiste à creuser une dépression sur le plancher, en évacuer la terre, puis faire ébouler le plafond qui comblera la dépression.

II.2. LES COMPORTEMENTS APPETITIFS ET D'EXPLORATION

Le comportement appétitif est un comportement de recherche spécifique à l'égard d'une situation stimulatrice déclenchante qui conduira à l'acte consommatoire recherché (83). C'est un comportement qui recouvre plusieurs facteurs internes et externes. Son expression ne permet pas de reconnaître ces facteurs. Ce sont la "faim" (animal affamé), la "soif" (animal assoiffé), mais aussi la nouveauté, la complexité, l'espace (18). Le comportement appétitif n'est souvent qu'une des phases d'un autre comportement tel que comportement alimentaire, sexuel, etc... Nous l'étudierons donc en tant que partie intégrante de ces différents comportements.

Le comportement exploratoire détermine l'établissement d'un système de relations spatio-temporelles permettant à un animal donné de s'orienter dans son domaine vital donné (83). Il utilise les mêmes unités fonctionnelles que le comportement précédent, mais possède en lui-même la valeur de récompense (20) c'est à dire qu'il est appétitif et consommatoire à la fois.

Nous étudierons successivement :

- les unités fonctionnelles de ces comportements,
- l'exploration au début de l'expérimentation,
- l'exploration en cours d'expérimentation,
- le phénomène de néophobie.

		Numéro de la période de 20 minutes(i)						$\sum_i \frac{(x_{\alpha i} - x_{T_i})^2}{x_{T_i}}$
		1	2	3	4	5	6	
Témoin (T)		17	16	10	2	2	3	0
type de section sensorielle (α)	sourds	11	25	4	4	2	2	13,1
	aveugles	12	10	9	6	7	6	27,1
	sans vibrisses	21	10	15	3	1	0	9,7
	anosmiques	19	11	6	2	0	1	6,7
Tout à la fois		5	10	6	5	5	9	33,3

Tableau n° 3 : Nombre de rats actifs pour chacune des périodes de 20 minutes (lots de 10 rats, 5 essais, 6 périodes faisant 2 heures) en fonction du type de section d'afférence sensorielle (d'après 48)
(Number of active rats for each period of 20 minutes (10 rats, 5 try, 6 periods doing 2 hours) with different senses off)

III.2.1. Les unités fonctionnelles des comportements appétitifs et d'exploration

Les unités fonctionnelles des comportements appétitifs et d'exploration comprennent des mouvements corporels ainsi que la prise de contact avec l'environnement par les organes des sens.

Le déplacement du rat se fait par la marche, la course, et parfois par des bonds successifs. Des mesures en radiotracking montrent que le rat se déplace plus rapidement dans un environnement connu (0,9 à 1,47 km h⁻¹) que dans un environnement pas ou peu connu (0,53 à 0,59 km h⁻¹). Lors de poursuite, les rats courent très vite.

La posture dressée se caractérise par le redressement du corps sur le trépied formé par les postérieurs et la queue. Les membres antérieurs sont joints à la hauteur du thorax. L'animal regarde et renifle dans la direction de l'objet qui l'intrigue.

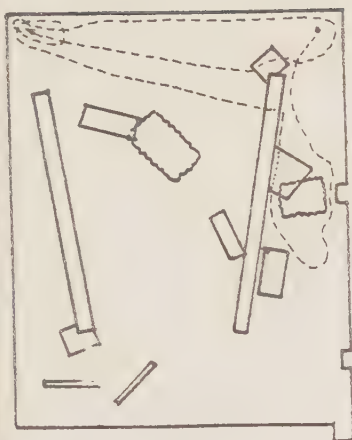
Le reniflement a lieu à l'égard d'un objet nouveau, mais aussi d'un congénère lors de rencontre. Le rat est debout ou sur ses quatre membres, et, la tête tendue dans la direction voulue, il sent et agite ses vibrisses.

La prise de contact avec l'environnement se fait par tous les sens mais à des degrés divers comme le montre certaines expériences de section des afférences sensitives (48). Des rats de laboratoire intacts, sourds, aveugles, sans vibrisses, anosmiques, ou le tout à la fois, sont introduits deux heures toutes les trois semaines dans un labyrinthe en T comprenant six compartiments. Une analyse de variance par rapport au type d'afférence sectionnée montre que le temps d'activité est significativement différent entre les lots (au seuil de 1 p. cent), mais que le nombre de changements de compartiments et le temps de présence initiale dans le premier compartiment ne le sont pas. Le tableau n° 3 répertorie les résultats obtenus (48) ainsi que, dans la colonne de droite un chiffre calculé à l'image du test statistique du χ^2 . Ce chiffre croît lorsque le schéma d'activité des rats ayant subi la section d'une afférence particulière s'éloigne de celui des rats témoins. Si le schéma d'activité des rats, sans vibrisses ou anosmiques, diffère peu de celui des témoins, celui des animaux sourds, et surtout celui des aveugles s'en éloigne grandement.

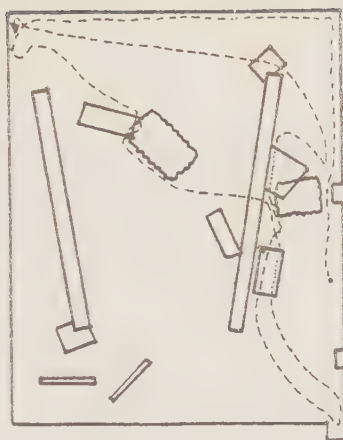
La vision joue un grand rôle dans la prise de contact avec l'environnement.

III.2.2. L'exploration au début de l'expérimentation

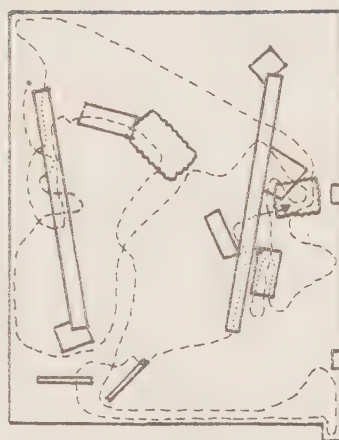
L'exploration du terrarium au début de l'expérimentation se fait différemment suivant les rats. Les mâles LO et LA, et la femelle LA explorent dès la mise en place, c'est à dire de 11.20 à 13.00 (heure locale) ; ils continuent un peu le premier soir. Les autres rats restent cachés sous les planches toute la journée et n'explorent que la nuit tombée.



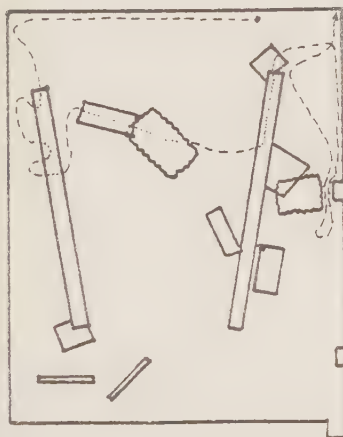
male LO 11.20 - 11.25



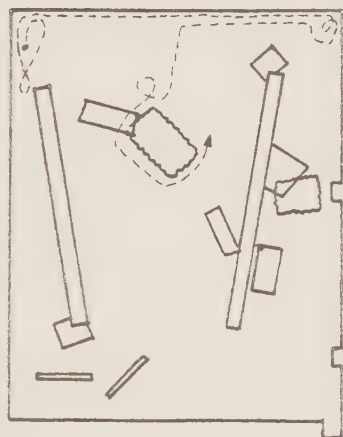
male LO 11.25 - 11.30



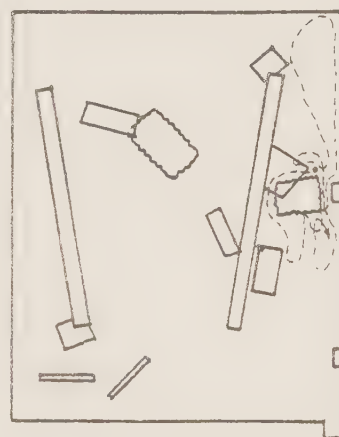
male LO 11.30 - 11.40



male LO 11.50 - 11.55



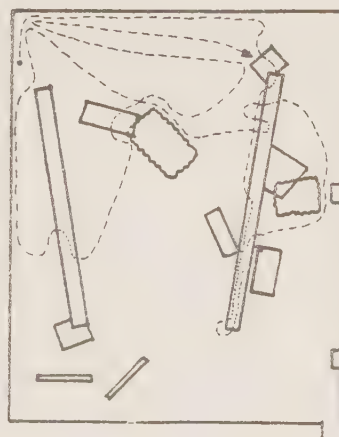
male LA 11.35 - 11.40



male LA 11.40 - 11.45

heures locales (local hours)
lacher à 11.15 (release at 11.25)

Figure n°21: trajets parcourus par certains rats
dès le lacher dans le terrarium
(run of some rats after release in the terrarium)



femelle LA 13.00 - 13.10

Les trajets parcourus (figure n° 21) durant cette exploration ont tendance à partir toujours du même endroit, le mur opposé à l'observateur (bien que les animaux soient lâchés devant la porte) et à y revenir avant d'intéresser une nouvelle partie du terrarium.

Ces trajets sont parcourus plus ou moins rapidement. Le mâle LO se déplace assez rapidement (22 m de 11.20 à 11.25 ; 29 m de 11.25 à 11.30 ; 42 m de 11.30 à 11.40 ; 19 m de 11.50 à 11.55 ; soit en moyenne $0,273 \text{ km h}^{-1}$). Il se dresse souvent sur ses postérieurs, suit les murs et les obstacles, déambule dans tout le terrarium, puis disparaît. Il ne ressort que tardivement dans la soirée. Le mâle LA se déplace plus lentement (15 m de 11.35 à 11.40 ; 11 m de 11.40 à 11.45 ; soit en moyenne $0,156 \text{ km h}^{-1}$). Il ne visite qu'une partie de la surface, mais se dresse lui aussi sur ses postérieurs, suit les murs et les obstacles. En maints endroits, il se met à creuser. La femelle LA explore beaucoup moins longtemps. Les seuls déplacements notés donnent 28 m de 13.00 à 13.10 (soit $0,168 \text{ km h}^{-1}$).

Nous observons aussi, dès le début, quelques courtes phases de grégarisme, dans le coin n° 3 (conférer la figure n° 13).

Des travaux et des observations faites par différents auteurs montrent que des rats de laboratoire, mis dans un milieu nouveau (cage) explorent durant environ deux heures, puis ont tendance à se réunir et se reposer (48) ; placés dans un terrarium, ils font une investigation de la totalité du territoire en vingt minutes, puis s'arrêtent d'être actifs au bout de trois heures (12). Introduits dans le même milieu (terrarium), des rats sauvages explorent pendant une à cinq heures (13). Le comportement de grégarisme s'observe aussi chez ces animaux sauvages mis dans des cages de $0,6 \times 1 \text{ m}$ (17-18).

Dans notre essai, la durée (1.40) de la phase d'activité après le lâcher se rapproche plus des données recueillies sur rats de laboratoire (2.00) que de celles sur rats sauvages (5.00). Cependant le grégarisme observé chez des animaux placés en cage, a lieu différemment dans nos conditions expérimentales : les phases grégaires sont courtes et prennent place durant l'exploration et non après. Soulignons enfin que le schéma d'exploration est très différent d'un animal à l'autre dans notre expérimentation ; si trois des animaux prennent très rapidement contact avec le nouveau milieu, les trois autres attendent le début de leur phase d'activité nocturne pour explorer le terrarium. Ces différences semblent plus importantes dans notre essai que dans les travaux cités. Cela est dû en partie à l'heure du lâcher : si nous avions placés nos animaux dans le terrarium à la tombée de la nuit, le schéma d'exploration aurait été certainement très modifié.

En résumé, les animaux lâchés diffèrent dans leur manière d'explorer le milieu par le moment et la durée pendant laquelle ils ont fait cette activité, par leur vitesse de déplacement et le nombre d'objets visités. Mais ces critères ne suffisent pas pour apprécier l'efficacité de l'exploration, et nous ne pouvons que noter les variations entre les schémas de comportements d'un animal à l'autre sans rien savoir du résultat obtenu.

L'exploration n'est pas limitée au début de l'essai, mais a lieu aussi en cours d'expérimentation.

III.2.3. L'exploration en cours d'expérimentation

Durant l'expérimentation, le comportement d'exploration a lieu envers le milieu lui-même qui change sous l'influence des activités des autres rats, mais aussi envers des éléments nouveaux introduits dans le terrarium. Nous étudierons successivement ces deux aspects :

- la ré-exploration périodique du milieu,
- l'exploration après l'introduction d'un élément nouveau.

III.2.3.a. La ré-exploration périodique du milieu

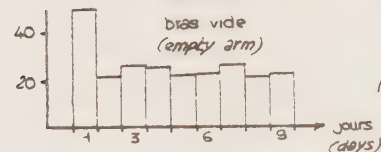
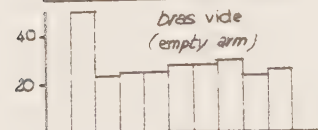
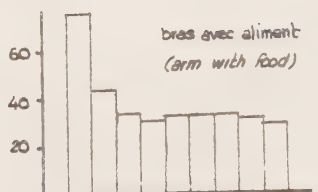
Certains travaux mettent bien en évidence la réexploration périodique du milieu. Aussi nous avons cherché comment elle s'exprimait dans la cadre de la semi-liberté.

COWAN (20-22-46) place un rat de laboratoire dans un labyrinthe en croix ; le nid se trouvant au milieu, un bras contenant de la nourriture, un autre la boisson, les deux derniers étant vides ; un système de cellules photo-électriques permet d'enregistrer le nombre de visites et le temps passé dans chaque bras. Neuf jours après le lâcher, le rat visite toujours les bras vides selon une fréquence moindre que ceux contenant l'aliment et la boisson, mais constante (figure 22). S'il est maintenu vingt et une heures dans son nid, dès l'ouverture des bras, il les explore tous les quatre, puis, bien qu'il passe beaucoup de temps dans les bras contenant l'aliment et la boisson, il continue à visiter les bras vides (figure 23). Si des bras contiennent une nourriture peu appétente, il y goûtera quand même, bien qu'il soit rassasié.

Compte tenu de la structure du terrarium, il a été difficile d'étudier avec précision la ré-exploration périodique du milieu par les animaux. Tout au long de l'essai, les rats, souvent intégrés dans d'autres comportements, se déplacent sur tout le territoire et parfois sentent leurs congénères. Cette dernière activité n'est pas toujours appétitive comme l'est la recherche d'une femelle en pro-oestrus. Certains matins, alors que tous les rats sont dans leurs terriers, un animal sort et fait le tour de l'unité expérimentale, en passant la tête dans de nombreuses entrées, puis revient à son point de départ et ne ressort plus.

Nos observations d'une part, ainsi que les études de COWAN d'autre part, montrent bien qu'il existe une ré-exploration périodique du milieu qui n'est pas dirigée par la recherche de nourriture. Par contre, nos travaux dans une unité de semi-liberté, montrent que cette ré-exploration périodique est en fait très intégrée à d'autres comportements et qu'elle concerne aussi bien le milieu que les autres animaux.

nombre de visites (visits)



▲ figure n°23: mouvements d'un rat de laboratoire dans un labyrinthe en croix
après 21 heures de séquestration dans son nid, sans aliment ni eau (d'après 20-44)
 (movements of one laboratory rat in a plus maze, released after 21h in the
 nest box without food and water)

◀ figure n°22: nombre de visites effectuées chaque jour aux différents bras, par un rat de
laboratoire placé dans un labyrinthe en croix (d'après 20)
 (mean daily visits to the individual arm of a plus maze by an laboratory rat)

III.2.3.b. L'exploration après l'introduction d'un élément nouveau

Cet élément nouveau peut être un objet divers (plateau contenant du blé), une personne (photographe) ou un bruit.

Un plateau contenant du blé est déposé, le 363ème jour, une heure vingt minutes avant le lever du soleil, à un endroit différent de la mangeoire qui reste en place. Le nombre de rats (figure 24) est beaucoup plus important au niveau de la mangeoire. Cela montre bien qu'en début de nuit les rats vont manger à leur emplacement habituel, mais n'effectuent pas d'exploration (d'autres travaux ont confirmé ce point de vue - 18-20). Cette dernière commence une heure à une heure et demie après le coucher du soleil. A ce moment-là, un certain nombre d'animaux est présent au niveau du plateau contenant du blé. Parmi eux il y a des mâles et femelles de taille III et un rat de taille II. Sans réaction de surprise, ces animaux s'approchent, grimpent sur le rebord du plateau et mangent plusieurs grains de blé. Par contre, certains autres rats, sûrement surpris de trouver cet objet sur leur chemin (habituel ?), présentent un comportement d'évitement : le rat se déplace assez vivement, puis rencontre le plateau ; il s'arrête, s'éloigne un peu, revient en tendant le cou et en reniflant, contourne le plateau, puis continue son chemin.

Pour prendre des photographies de rats en activité, une personne pénètre dans le terrarium après le coucher du soleil. Les adultes ne réapparaissent qu'après un temps de latence. Les rats s'approchent méfiants, tendent le cou en reniflant ; s'il n'y a aucun bruit, ni mouvement, les activités reprennent normalement. Ce temps de latence diminue

nombre de rats (rats number)

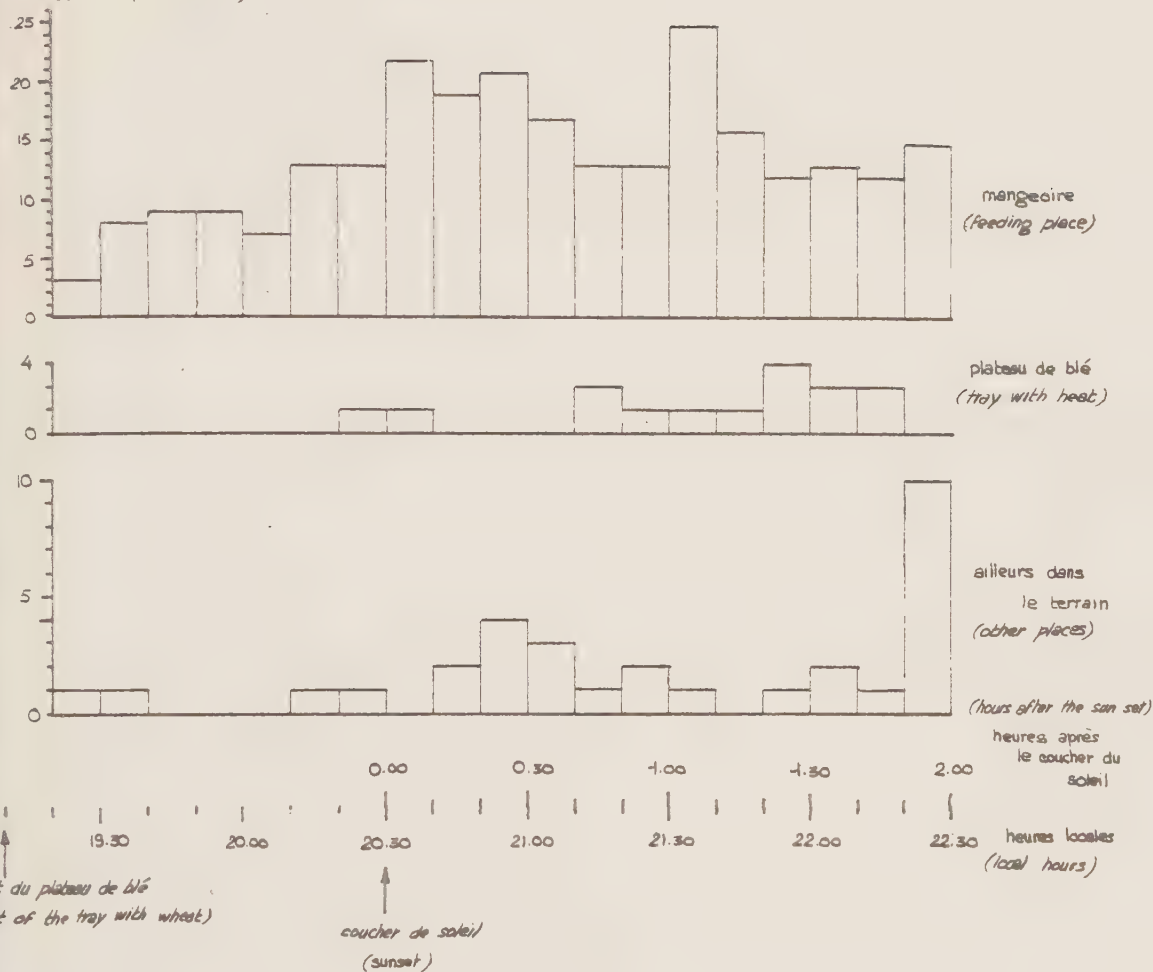


Figure n°24: nombre de rats mangeant en différents lieux après l'introduction dans le terrarium d'un plateau de blé
(rats feeding at different places after deposit of a tray with wheat in the terrarium)

au fur et à mesure des visites successives du photographe (15 minutes environ à la première visite, 5 minutes après les sixièmes, septièmes). Aucun jeune ne revient lorsque le photographe est présent.

Le 27 novembre 1979 (199ème jour), une heure vingt minutes après le coucher du soleil, un objet (crayon) tombe dans le terrarium sur le côté de l'abreuvoir. Tous les rats se cachent. Si les adultes réapparaissent rapidement et reprennent leurs activités, les jeunes ne ressortent que lentement (tableau 4). Au temps 5 minutes, 26 rats dont un seul jeune, sont visibles. Au temps 15 minutes, l'activité du manger est reprise par 6 animaux (tous adultes), contre 9 avant le bruit (4 adultes, 4 jeunes et 1 dont la taille n'est pas déterminée) ; l'activité du boire n'intéresse alors que 5 animaux (3 adultes et 2 jeunes) contre 12 avant le bruit (6 adultes et 6 jeunes).

Heure	bruit						
	-0.10 à -0.05	-0.05 à 0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05
Nombre de rats visibles	34	-	13	19	23	26	26 dont un jeune

	Nombre de rats mangeant			Nombre de rats buvant		
	total	adultes	jeunes	total	adultes	jeunes
	taille III et IV	taille et II		taille III et IV	taille I et II	
- 0.15						
- 0.10	9*	4	4	12	6	6
- 0.05						
- 0.00	3	3	0	4	3	1
0.05						
0.10	3	3	0	3	3	0
0.15						
0.20	6	6	0	5	3	2

* un rat dont la taille
n'est pas déterminée

Tableau n° 4 : réapparition des rats hors des abris qprès un bruit insolite dans le terrarium.

(reappearance of the rats out of the burrows
after a noise in the terrarium)

Après toute modification brutale de leur environnement, les rats se cachent dans les terriers et les abris, puis réapparaissent assez rapidement, d'autant plus vite qu'ils sont adultes, les jeunes mettant beaucoup plus de temps pour sortir de leur cachette. Un élément nouveau dans le terrarium n'est pas exploré dès le début de l'activité des animaux. L'exemple de l'introduction du plateau de blé laisse penser que la ré-exploration périodique du milieu ne se fait pas à ce moment-là ; au début de leur période d'activité, les rats vont manger (18). Par ailleurs, toujours dans ce cas, nous observons des réponses à ce nouvel élément très différentes d'un animal à l'autre. Certains y vont directement, d'autres l'évitent.

Ce dernier comportement correspond au phénomène de néophobie que nous allons étudier maintenant.

III.2.4. Le phénomène de néophobie

Le phénomène de néophobie peut être défini comme l'évitement d'un nouvel objet ou d'un nouvel endroit par le rat. Nous avons vu précédemment, qu'après introduction d'un plateau de blé dans le terrarium, certains animaux le rencontrant s'arrêtent brusquement, se reculent un peu, s'approchent lentement en reniflant, le cou tendu, puis s'en éloignent.

Ce comportement a des effets sur le temps passé à certains endroits, et sur la consommation alimentaire. Il présente des variations selon les individus, les souches et les espèces du genre *Rattus*.

Dans un labyrinthe en croix, le rat réagit plus (passe moins de temps dans le bras....) à la présence d'un nouvel objet placé dans un endroit connu, qu'à la disparition d'un objet connu, ou qu'à un endroit inconnu (possibilité pour le rat d'accéder à un bras précédemment fermé (45)).

Le phénomène de néophobie peut limiter aussi la quantité d'appât ingéré. Pour les toxiques aigus, il est recommandé de faire un pré-appâtage de huit jours (présentation de l'appât sans le toxique) pour habituer le rat à manger à cette nouvelle source de nourriture. Les courbes de consommation montrent que durant ce laps de temps, la quantité consommée augmente ; puis le passage du pré-appâtage à la préparation toxique entraîne souvent une légère diminution de l'ingestion bien que l'animal soit déjà habitué à une nourriture très proche de celle de l'appât. Cependant si le phénomène de néophobie limite la consommation d'un nouvel aliment, il est différent de l'aversion alimentaire. En effet l'animal goûte toute nourriture nouvelle : sur la figure n° 25 -1, les rats sauvages consomment tout de même entre 0 et 5 g dans la nouvelle mangeoire le jour suivant sa mise en place. Si cette première ingestion entraîne différents symptômes morbides, l'animal sera en mesure de refuser temporairement ou définitivement la nourriture en question. Nous parlerons alors d'aversion alimentaire.

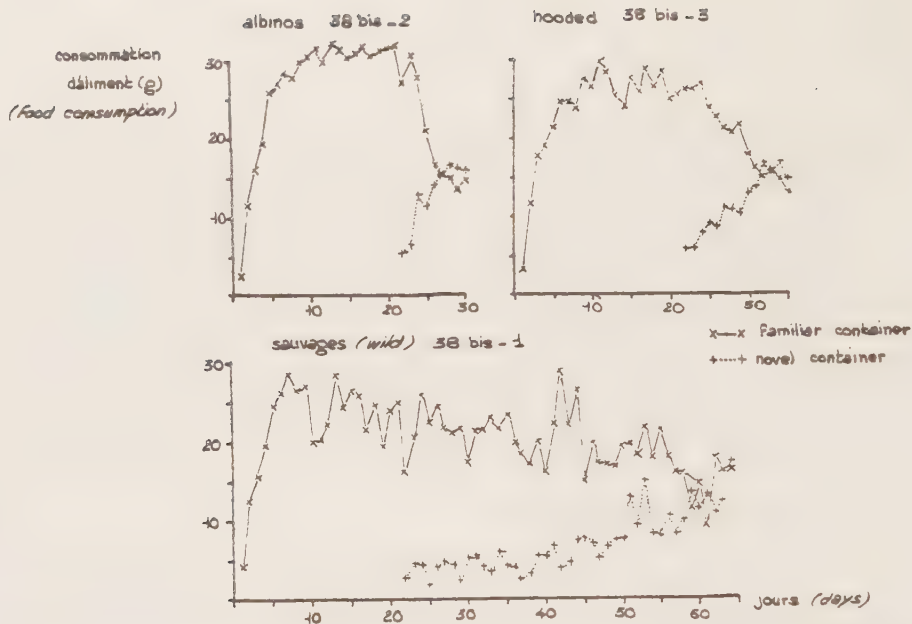


Figure n° 25: quantité d'aliment mangée journalièrement dans le récipient initial et dans le récipient placé le 22^e jour (même aliment) (d'après 106)
(mean amount of food consumed from both novel and familiar containers)

Nous avons déjà décrit que certains animaux ne présentent pas de phénomène de néophobie envers le plateau de blé nouvellement introduit dans le terrarium, alors que d'autres réagissent. Ceci laisse penser que l'expression de ce phénomène est peut-être modulé par des différences individuelles au sein d'un groupe de rats.

Les souches de laboratoire présentent de la néophobie comme les souches sauvages, mais s'habituent beaucoup plus vite au nouveau stimulus. Dans la figure n° 25, les souches sauvages mettent plus de 40 jours pour consommer des quantités égales dans les deux récipients (l'un habituel, l'autre placé au 22^e jour en plus du précédent ; les deux contenant la même nourriture) alors que les rats de souche de laboratoire mettent entre 8 et 10 jours (106).

Dans le genre *Rattus*, les espèces antropophiles (*Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*) présentent le phénomène de néophobie, alors que les espèces non antropophiles (*Rattus villosissimus*, *Rattus fuscipes*) explorent tout de suite les nouveaux objets, dans les mêmes conditions. La néophobie a pu très bien être sélectionnée par la vie auprès de l'homme. Ainsi les différences entre souches albinos et rats sauvages seraient dues à cent ans de pression sélective (45).

Nous venons de décrire le comportement du rat isolé. Cependant ce dernier vit au sein d'un groupe d'animaux dont les individus peuvent interagir avec lui. Nous parlons alors de comportements sociaux.

III.3. LES COMPORTEMENTS SOCIAUX

Les comportements sociaux sont des comportements déterminés dont la fréquence est modifiée par la présence d'un congénère. Ils existent dès que deux individus entrent en relation (23).

Nous réservant le paragraphe suivant pour décrire les comportements où interviennent des jeunes, nous n'étudierons dans celui-ci que les comportements sociaux entre adultes que nous diviserons en comportements agonistiques, sexuels, amicaux et de marquage.

III.3.1. Les comportements agonistiques

L'agression est un acte physique ou une action de menace d'un individu envers un autre réduisant par là-même sa liberté et sa potentialité d'action. Le terme agonistique ne spécifie pas la forme d'agression (territoriale, par peur,...) (83). Nous lui donnerons un sens plus étendu, car souvent, un simple comportement de reconnaissance renforce la relation de dominance sociale, et limite la liberté du dominé qui peut fuir alors que le dominant n'a pas fait de pression physique.

Ces comportements, très importants dans l'étude de la structure sociale, peuvent se regrouper suivant quatre classes (120) :

- classe n° 1 : comportements d'approche et de reconnaissance (à l'exclusion des comportements sexuels)
- classe n° 2 : comportements d'attaque, de menace et de séquestration
- classe n° 3 : comportements d'éloignement et de fuite
- classe n° 4 : comportements de poursuite.

Les comportements de chaque classe peuvent avoir lieu indépendamment, ou suivre, ou précéder des comportements appartenant à d'autres classes. Nous étudierons donc d'abord les unités fonctionnelles, puis leurs groupements en séquences ordonnées. Nous comparerons après nos résultats avec les données bibliographiques et nous rapporterons l'influence de quelques facteurs sur l'agressivité.

III.3.1.a. Les unités fonctionnelles

Les unités fonctionnelles seront abordées dans le sens large, c'est à dire avec leurs variantes se retrouvant dans d'autres comportements tels que les comportements sexuels. Ce sont pour les principales :

- vigilance : les deux rats se regardent à quelque distance l'un de l'autre, immobiles.
- contact naso-nasal : les deux rats, la tête tendue en avant, se touchent presque l'extrémité du museau et se sentent.
- rencontre par hasard : les deux rats, chacun occupé à ses activités, se retrouvent soudain nez à nez.
- mouvement vers : l'un des rats s'avance résolument vers l'autre.
- attaque : course rapide ou saut de l'un des rats vers l'adversaire.

posture de boxe : les deux rats sont dressés sur leurs postérieurs, leurs membres antérieurs appuyant sur l'adversaire, lui tenant la fourrure ou lui donnant des coups. Les rats cherchent à se renverser. Cette unité fonctionnelle s'observe aussi chez la femelle en oestrus ou pré-oestrus qui fait face à des mâles.

renversement : un rat est sur le dos, tandis que l'autre appuie ses antérieurs ou son corps sur sa face ventrale. Ce comportement s'observe dans les rencontres agonistiques entre mâles, où le rat en position supérieure peut juste maintenir son adversaire au sol (les deux rats ayant leurs museaux en contact et étant immobiles) ou le panser. Cette posture est souvent de courte durée car le partenaire se dégage rapidement. S'il ne le peut pas, il s'immobilise, puis brusquement se dégage. Ce comportement s'observe aussi dans les suites et les poursuites sexuelles. La femelle fait face aux mâles en posture de boxe ; elle est ensuite renversée. Cette attitude permet des passages ou des contacts naso-ano-génitaux. Lors de suite sexuelle, la femelle peut rester sur le dos alors que les mâles sont partis.

rouler-bouler : les deux rats "encastrés" l'un dans l'autre roulent sur le sol. Ils essaient parfois de se mordre.

morsure : le mouvement rapide de la tête vers l'adversaire est surtout visible. La morsure est de courte durée et superficielle.

morsure à la croupe : au cours de la poursuite, le poursuivant peut rattraper le poursuivi et lui touche la queue, les lombes, ou lui mord la croupe. Ceci explique la dépilation prononcée de certains rats en zone lombaire (122). Lors de poursuite sexuelle, la femelle mordue à la croupe fait face aux mâles.

saut en l'air : l'un des deux rats au cours de la rencontre agonistique saute en l'air.

fuite : un rat s'éloigne de l'autre, parfois en courant.

poursuite : les deux rats se courent après. Ce comportement est souvent entrecoupé de morsure à la croupe, saut en l'air... Il se termine par trois éventualités :

abandon : le poursuivant ou ralentit et laisse partir le poursuivi, ou s'arrête brusquement.

perte : le poursuivi arrive à perdre le poursuivant qui le cherche. Pour cela le premier s'arrête et ne bouge plus ; au moindre mouvement de sa part, la poursuite peut reprendre.

erreur : le poursuivant peut courir après un autre rat qui se déplace dans le même secteur, ou attaquer un autre animal à l'arrêt, qui de ce fait, fuit et se fait poursuivre. L'erreur découverte, souvent la recherche et la poursuite du "bon rat" reprennent.

menace : cette unité intervient dans les comportements agonistiques et sexuels. C'est une intimidation qui a pour base de repousser l'adversaire. Dans la suite sexuelle, c'est la plupart du temps, la femelle en pré-oestrus qui essaie de se débarrasser d'un mâle qui veut la monter ; mais parfois c'est le mâle qui menace la femelle non réceptrice avant de tenter une nouvelle monte. Dans cette unité comportementale le rat se tient le dos arqué, le poil hérissé, se dandine sur ses postérieurs, montre son flanc à son adversaire, la tête tournée vers lui s'en approche, entre en contact et le pousse.

séquestration : acte d'un rat qui empêche un autre de sortir d'un terrier. Le rat séquestré fait face et peut lancer des cailloux vers le rat qui séquestre. Ce dernier l'empêche de sortir, le dos arqué, les poils en érection ; il se dandine sur ses postérieurs, montre alternativement les flancs droit et gauche ; il creuse aussi, soit pour enlever les cailloux qui lui sont jetés, soit comme activité de déplacement. Certaines variantes peuvent être observées entre femelle LA et femelle LO : soit les deux femelles sont museau contre museau (femelle LO sort juste la tête du terrier) et elles ne bougent plus, soit la femelle LA passe la tête dans le terrier et sa queue remue très nerveusement à l'extérieur. Les cris entendus durant ces séquestrations sont aigus, intermittents, ou bien graves, continus, de tonalités variées. Dans le premier cas, ils sont émis par le prisonnier, dans le second par celui qui séquestre.

Toutes ces unités fonctionnelles que nous venons d'étudier individuellement sont en fait intégrées dans des séquences ordonnées.

III.3.1.b. Les séquences ordonnées des comportements agonistiques

Les séquences ordonnées regroupent les unités fonctionnelles dans un ordre particulier qui ne se fait pas au hasard, mais dépend de l'espèce et du milieu. Pour connaître la succession des unités fonctionnelles que nous venons de décrire, dans les comportements agonistiques chez *Rattus norvegicus* en semi-liberté, nous étudions le début, la fin et le déroulement des rencontres agressives durant la première partie de l'essai.

Nos résultats portent sur le commencement et la terminaison de 242 rencontres, sur 664 passages d'une unité comportementale à une autre, ainsi que sur la durée de 340 rencontres. Le tableau n° 5 indique le nombre de fois où une unité comportementale a débuté ou fini une rencontre agonistique. L'annexe n° 6 donne le détail de 664 passages. Dans ces résultats, les valeurs observées peuvent être différentes ou semblables à la répartition théorique décrite précédemment (cf I.3.2.). Dans le second cas, l'action du hasard peut expliquer à elle seule la fréquence et ne permet pas de distinguer ce qui est dû à l'animal de ce qui est dû à l'échantillonnage réalisé par nos observations. Le premier cas, par contre, renseigne sur l'organisation des comportements chez l'animal : soit ce dernier passe plus fréquemment d'une unité comportementale à une autre (valeur observée supérieure à la répartition théorique), soit il ne le fait que rarement (valeur observée inférieure). Ces résultats sont visualisés dans les figures n° 26 (valeur observée supérieure) et n° 27 (valeur observée inférieure). De plus, dans la première de ces figures sont ajoutés le début et la fin des rencontres agonistiques pour synthétiser la manière dont elles se déroulent. Enfin, la durée de 340 rencontres est mesurée : inférieure à 5 minutes, entre 5 et 10 minutes, supérieure à 10 minutes.

	Début	Fin
Vigilance	15	1
Contact naso-nasal	9	2
Rencontre par hasard	32	0
Mouvement vers	123	0
Attaque	34	1
Posture de boxe	0	1
Rouler bouler	1	1
Saut en l'air	0	2
Morsure	9	3
Fuite	10	35
Poursuite	5	110
Menace	4	2
Séquestration	0	84
	242	242

Tableau n° 5 : Début et fin de 242 rencontres agonistiques
durant la première partie de l'expérimentation.
(Beginning and end of 242 agonistic encounters
during the first part of the study)

Les rencontres commencent (tableau n° 5) essentiellement par un mouvement vers (50,8 p. cent des débuts). Ce comportement est une reconnaissance des animaux (par exemple, le mâle LA fait 38,5 p. cent des approches réparties sur tous ses congénères) ou l'approche d'un rat donné (par exemple, le mâle LY fait 34,1 p. cent des approches dont 27,8 points vers le mâle LA et 6,3 points vers les autres rats). Puis, ensuite, les rencontres peuvent commencer par des attaques (14 p. cent), des rencontres par hasard (13,2 p. cent) ou de la vigilance (6,2 p. cent). Les autres débuts correspondent sûrement à un bruit de fond dû à la difficulté de repérer certains débuts qui ne sont pas très démonstratifs. Nous retiendrons l'importance relative du hasard dans le déclenchement des rencontres agonistiques.

Les rencontres se terminent (tableau n° 5) essentiellement par la fuite (14,3 p. cent), la séquestration (34,4 p. cent) et la poursuite (45 p. cent se décomposant en abandon 42,7 p. cent ; perte 43,9 p. cent et erreur 13,4 p. cent). La fuite est donc peu fréquente. L'importance des séquestration et poursuite est sûrement due aux dimensions du terrarium dont la taille est inférieure à celle d'un territoire naturel.

Pour expliquer le déroulement des rencontres agonistiques, nous suivons la figure n° 26.

Le mouvement vers est suivi directement de poursuite, si le rat est connu, ou de vigilance ou de contact naso-nasal, s'il est inconnu. Dans ce dernier cas, il y a alors reconnaissance des animaux. La vigilance est suivie de mouvement vers ou de fuite ; le contact naso-nasal, de menace, d'attaque suivie soit de posture de boxe, soit de

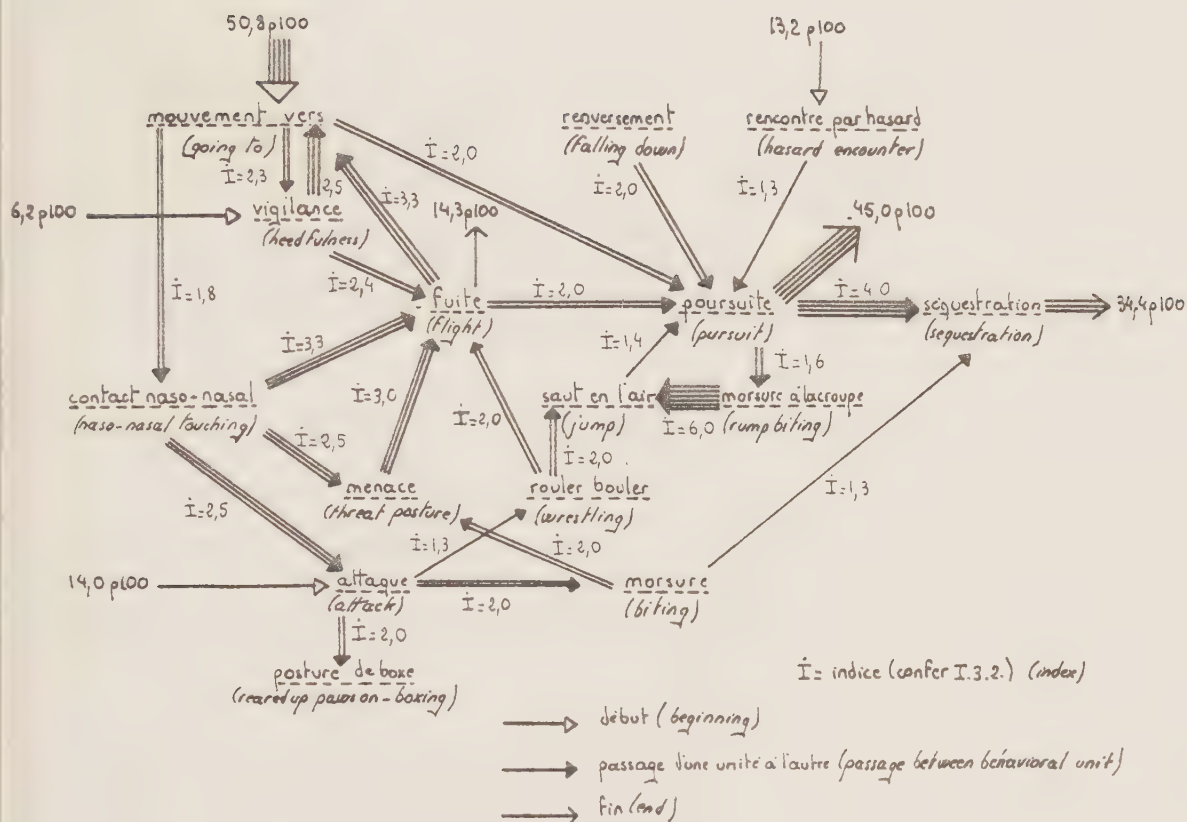


Figure n°26: déroulement des rencontres agonistiques
(pattern of agonistic encounters)

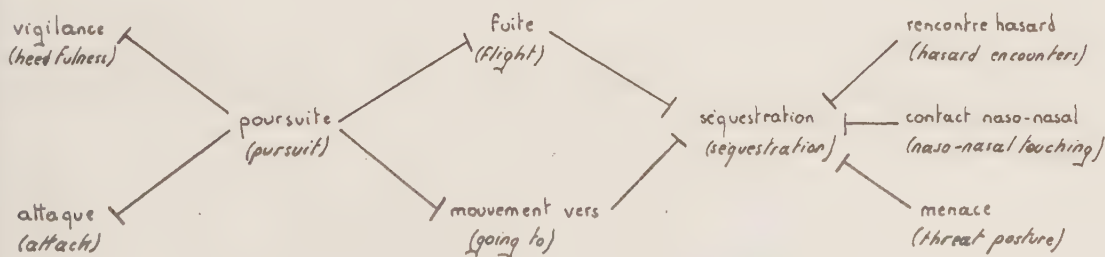


Figure n°27: passages entre unités fonctionnelles des comportements agressifs dont la fréquence observée est inférieure à la répartition théorique
(passage between behavioral units of agonistic behaviors that have an observed frequency inferior to the theoretic repartition)

morsure et menace, soit de rouler bouler ; le tout aboutit à la fuite de l'un des deux adversaires, mis à part la morsure qui peut entraîner directement la séquestration et le rouler bouler qui peut se terminer par de la poursuite après un saut en l'air. La fuite a lieu préférentiellement après la vigilance, le contact naso-nasal, la menace ou le rouler bouler ; elle termine la rencontre ou se continue par de la poursuite. Cette dernière a pour origine, le plus souvent, le mouvement vers, le renversement, la rencontre par hasard, la fuite ; elle peut être interrompue par une morsure à la croupe suivie de saut en l'air, et reprendre. Elle est la dernière unité fonctionnelle de la rencontre ou se continue par une séquestration qui termine alors la rencontre.

La figure n° 27 indique que la poursuite est rarement suivie de mouvement vers, de vigilance, d'attaque et de la fuite ; et que la séquestration ne succède pas normalement au mouvement vers ; au contact naso-nasal, à la rencontre par hasard, à la menace ou à la fuite.

En résumé, il existe quatre ensembles d'unités fonctionnelles dans les comportements agressifs :

celui permettant une reconnaissance des animaux : mouvement vers, vigilance, contact nasal.

celui correspondant au combat proprement dit : attaque, menace, posture de boxe, morsure, rouler bouler, saut en l'air.

celui tentant de réaliser la séparation des adversaires : fuite, poursuite.

enfin, la séquestration qui se trouve être bien souvent l'unité terminale dans le terrarium et se rapproche cependant de la menace.

Logiquement, les rencontres agonistiques commencent par le premier ensemble et se terminent par les deux derniers. Le deuxième n'a pas toujours lieu, les animaux économisant le combat qui peut être dangereux.

La durée des rencontres agonistiques observées est due essentiellement à celles des poursuites et des séquestrations. Le tableau ci-dessous donne la durée de 340 rencontres :

5 minutes		10 minutes		durée
87 p. cent	9 p. cent	4 p. cent	pourcentage de rencontres	
poursuites	poursuites suivies de séquestrations	séquestrations	composition	

Durée des rencontres agonistiques

(duration of agonistic encounters)

Les rencontres durant moins de 5 minutes sont de très loin les plus fréquentes et sont constituées par des poursuites. Celles ayant un temps supérieur à 5, voire 10 minutes sont des poursuites suivies de séquestrations ou séquestrations.

III.3.1.c. Discussion

Nos résultats peuvent être comparés avec ceux obtenus par d'autres auteurs sur *Rattus norvegicus* sauvage et *Rattus rattus* ; les uns ont travaillé sur des animaux en cage, d'autres sur des rats dans le milieu naturel (17-18-19-60-122).

Nous commenterons successivement la description des unités fonctionnelles, le déroulement des rencontres agonistiques ; enfin, nous analyserons l'influence du milieu sur de tels comportements.

Les unités fonctionnelles que nous observons sont pour la majorité les mêmes que celles décrites par les autres auteurs. Parfois, nous en regroupons certaines. Par exemple, chez *Rattus rattus*, l'attaque est divisée en "course rapide" vers l'adversaire et "saut d'attaque", la posture de boxe en "boxe" où les animaux se frappent avec les antérieurs et "reared up paws on posture" où ils se tiennent par la fourrure, la menace en "poussée par le flanc" et en "stégo-sauring" où le rat présente le flanc sans contact avec l'adversaire (48). Nous reconnaissons ces comportements, mais dans nos conditions expérimentales où nous devons observer certaines fois des rats à cinq six mètres de distance, il est souvent difficile de les distinguer avec précision ; De plus, leurs fonctions étant très voisines, il n'est parfois pas nécessaire de les séparer : c'est ce que nous avons fait pour les unités fonctionnelles citées ci-dessus. Par contre, ne sont pas observés les comportements de soumission (chez *Rattus norvegicus*, le dominé passe sa tête sous celle du dominant, 17), d'apaisement (chez *Rattus rattus*, le dominé place ses lèvres sur celles du dominant, 60), ainsi que le contact naso-ano-génital qui n'est que très rarement vu en-dehors des suites sexuelles lors de nos observations, alors qu'en liberté, il semble plus fréquent hors de ce contexte (122). D'autre part, la séquestration n'est décrite dans aucune publication et semble donc particulière à nos conditions expérimentales. Elle n'est cependant pas très originale et se rapproche de la menace par les mouvements faits (présentation du flanc).

Des observations dans une décharge montrent que le début des rencontres agonistiques peut se décomposer en : compétition entre deux rats, agression unilatérale, contact sans agressivité (122). Le tableau suivant compare ces résultats avec les nôtres.

Type de débuts	Nombre de cas sur les 80 rencontres	Pourcentage	Correspondance en unités fonctionnelles	Pourcentages observés dans notre essai %
Compétition entre 2 rats	24	30 p. cent	vigilance, menace	7,9 p. cent
Agression unilatérale	30	37,5 p. cent	mouvement vers, attaque, morsure	64,9 p. cent
Contact sans agressivité	26	32,5 p. cent	rencontre par hasard, contact naso-nasal	16,9 p. cent

✕ Les 10 p. cent manquants sont peu classables dans une telle distinction des débuts.

Début des rencontres agonistiques d'après ROBITAILLE (122) comparé à nos résultats
beginning of agonistic encounters from 122 compared to our results

Nous avons donc observé plus d'agression unilatérale au détriment de la compétition entre deux rats et du contact sans agressivité. Toujours sur la même décharge, les rencontres agonistiques se terminent dans 68 p. cent des cas par la retraite qui comprend 64 p. cent de fuite et 36 p. cent de poursuite. Dans nos conditions expérimentales, nous notons 79,4 p. cent de retraite se décomposant en 34,4 p. cent de fuite et 45 p. cent de poursuite, c'est à dire plus de poursuite que de fuite ; le reste des fins est représenté principalement par des séquestrations. D'autres travaux, réalisés dans des cages de dimensions réduites (100 x 80 cm), montrent que l'introduction d'un rat (l'intrus) parmi d'autres qui y vivent déjà (les résidents) déclenche l'agression de ces derniers envers le premier suivant une séquence déterminée (17) : un résident s'approche en montrant les dents (parfois il y a grincement des dents), le poil hérissé ; il défèque et urine. La menace qui suit est assez constante et n'est absente que lorsque les deux rats se sont déjà battus. L'intrus reste immobile. Le résident l'attaque en lui sautant dessus, en essayant de le mordre. Il peut y avoir rouler bouler, posture de boxe. L'intrus fait des bonds pour se dégager mais n'attaque pas. Les cris sont émis par les rats sur la défensive : l'un est un sifflement aigu lors de menace ; l'autre est plus grave et plus complexe lors de morsure (identique à celui entendu lors de manipulation par l'expérimentateur). Par rapport à nos observations, les combats (sauts, morsures) semblent plus importants. Ceci peut être dû aux individus en présence : nous observons des rencontres entre résidents alors que la séquence décrite ci-dessus concerne un résident et un intrus. Le tableau n° 6, tiré des mêmes travaux (17) montre qu'effectivement entre résidents, il y a plus de menace, moins de cris, d'éloignement, de posture de soumission et plus de postures de boxe qu'entre résidents et intrus. Chez ceux-là, le résident menace et attaque (saut, morsure) alors que l'intrus crie, s'éloigne et présente une posture de soumission. Un autre facteur pouvant expliquer les différences entre nos observations et ces travaux est représenté par l'espace disponible.

Ce dernier facteur mérite d'être discuté à part. Les observations peuvent avoir lieu en cage (17), en semi-liberté (notre essai), en liberté (122) : l'espace disponible augmente et peut expliquer certaines différences, en particulier au niveau de la fin des rencontres agressives. En cage, l'espace est réduit ; les animaux attaqués peuvent s'éloigner, mais ne peuvent pas vraiment fuir, car ils sont rapidement retrouvés par l'agresseur. Ils présentent donc, pour éviter un combat meurtrier, des postures de soumission. Ces dernières restent cependant faibles lors de rencontres agonistiques entre résidents, corrélativement à une plus grande importance de menaces. En semi-liberté, l'espace un peu plus grand permet au rat attaqué de fuir ; mais l'étendue limitée du terrarium facilite la poursuite par l'agresseur. L'unité comportementale particulière observée, dans ces conditions, la séquestration termine souvent ces poursuites. En effet, l'animal poursuivi se réfugie dans un terrier où l'agresseur peut difficilement l'attaquer et ne peut que le menacer (nous remarquerons la ressemblance étroite entre les mouvements faits lors de séquestration et ceux réalisés lors de menace, en particulier au niveau de la présentation du flanc). En liberté, l'animal attaqué peut fuir très loin ; le poursuivant est alors entraîné en dehors de son territoire où tout au moins de la zone où il se sent en sécurité ; il ralentit progressivement et laisse partir le poursuivi (122). Les rats n'étant pas sûrs de rattraper leur adversaire, il y a donc, dans ces conditions, plus de fuites que de poursuites.

Rats en jeux	Résident contre résident		Résident contre intrus		Intrus contre résident	
Nombre de rats observés	14		21		15	
Comportements	nombre	pourcentage	nombre	pourcentage	nombre	pourcentage
grincement de dents	3	21,4	15	71,4	1	6,7
menace	12	85,7	17	81,0	2	13,4
saut	6	42,9	15	71,4	0	
morsure	7	50,0	15	71,4	1	6,7
cris	2	14,3	1	4,8	10	66,7
éloignement (fuite)	3	21,4	0		13	86,7
posture de soumission	1	7,1	3	14,3	6	40,0
passer en dessous	2	14,3	4	19,0	2	13,4
contact naso-corporel	5	35,7	7	33,3	4	26,7
ou pensage						
posture de boxe	10	71,4	7	33,3	6	40,0

Tableau n° 6 : nombre de rats sauvages effectuant tel ou tel comportement lors de rencontres agonistiques en cage (d'après 17)

(agonistic behaviors of wild rats in cage)

La comparaison avec d'autres travaux montre que dans notre essai les rats se comportent agressivement en général comme il a déjà été décrit. Les principales différences, à savoir l'absence de posture de soumission, la prédominance des poursuites sur les fuites, l'apparition d'une unité fonctionnelle appelée séquestration, semblent dues à l'espace mis à la disposition des animaux et à la possibilité pour le vaincu d'échapper aux attaques du vainqueur (fuite en liberté, refuge dans un terrier en semi liberté, soumission en cage).

Maintenant que nous avons décrit la manière dont se déroulent les rencontres agonistiques entre rats, nous allons étudier quelques facteurs qui influencent l'agressivité.

III.3.1.d. L'influence de quelques facteurs sur l'agressivité

Nous aborderons l'influence de quelques facteurs sur l'agressivité par une étude bibliographique. Les travaux dont nous avons eu connaissance sont réalisés en cages et cherchent à apprécier l'importance de l'oestrus des femelles, ainsi que le rôle de l'odorat dans les combats entre mâles.

BARNETT (17) signale que dans les cages où des colonies sont composées de mâles et de femelles, le nombre de combats est plus élevé que celles où elles ne sont composées que de mâles. Pour étudier cette différence sur des rats sauvages, il présente un mâle intrus à un mâle

résident qui vit ou non suivant les périodes avec deux femelles (23). La mesure de la durée des attaques et du nombre de menaces permet d'évaluer l'agressivité. Cette agressivité augmente avec la présence de femelles et diminue en trois jours après le retrait des femelles.

TAYLOR (131), testant des rats de laboratoire, deux par deux, dans une compétition pour boire, classe ainsi ses animaux en dominants, dominés et intermédiaires. Pour mesurer l'influence de l'oestrus d'une femelle sur l'agressivité des mâles, il expose des rats dominés à une femelle en oestrus ou dioestrus, puis les fait choisir par deux fois entre une cage vide et une cage contenant un mâle (dominant ou intermédiaire) ; enfin, les place par deux fois dans les cas contraires aux choix effectués. Ce test est répété deux fois par jour, selon la succession indiquée ci-après :

		1° stage (5 jours)	2° stage (5 jours)	3° stage (5 jours)
mâles dominés présentés à un mâle dominant après exposition à une femelle	mâle exposé à une femelle en	dioestrus	oestrus	dioestrus
	mâle témoin exposé à une femelle en	dioestrus	dioestrus	dioestrus
mâles dominés présentés à un mâle intermédiaire après exposition à une femelle	mâle exposé à une femelle en	dioestrus	oestrus	dioestrus
	mâle témoin exposé à une femelle en	dioestrus	dioestrus	dioestrus

Sont observés le choix spontané du dominé et les fréquences des agressions par et envers le dominé. La présence d'une femelle en oestrus (stage 2) augmente le choix pour la cage contenant un rat, ainsi que l'agressivité des rats dominés par rapport aux animaux témoins. Ces effets se prolongent durant le stage 3. L'agressivité des mâles dominants augmente et reste supérieure à celle des dominés. L'agressivité des rats intermédiaires augmente, mais parfois peut être inférieure à celle des dominés.

Donc la présence de femelles augmente l'agressivité des mâles, d'autant plus que ces femelles sont en oestrus. Cette agressivité peut modifier la structure sociale, mais les rats dominants restent dominants.

ALBERT (4) essaie d'approcher le rôle de l'olfaction dans l'agressivité de rats mâles de souche sauvage reproduits au laboratoire. Pour cela, il les place deux par deux dans des cages de 0,9 x 0,9 m, munies de nids. Il observe les comportements lors d'introduction d'intrus ou de réintroduction de résidents après différents traitements. Entre résidents, il n'y a que des comportements amicaux ; contre les intrus mâles, des comportements agressifs après reconnaissance avec des reniflements ; contre les intrus femelles en anoestrus qui résistent aux essais de monte, l'agressivité est constante ; contre les femelles en oestrus qui ne résistent pas, l'agressivité diminue. Si l'un des résidents est rendu anosmique, lors de mise en présence avec l'intrus ou avec l'autre résident, l'animal traité ne fera que des comportements amicaux et aussi des essais de monte auxquels sera répondu avec agressivité, entraînant de la part du rat anosmique

soit de la soumission, soit de l'agressivité. Le changement de l'odeur de l'intrus avec de l'urine de résident ou de celle d'un résident avec de l'urine d'intrus ne modifie pas le comportement : l'intrus est accueilli avec agressivité, le résident avec des comportements amicaux. Un intrus anesthésié déclenche des agressions, mais d'un intrus anesthésié et d'un autre non anesthésié, c'est l'intrus mobile qui est attaqué. Lors de présence d'un intrus dans la cage, il peut y avoir des combats entre résidents, mais ils sont de très courte durée et sont considérés par l'auteur comme des erreurs.

Tout ceci semble indiquer que l'odorat est prépondérant dans les comportements agonistiques, tandis qu'il est secondaire dans les comportements amicaux ou sexuels. Il n'y aurait pas d'odeur spécifique de groupe (contrairement aux données de LORENZ, 100), mais une reconnaissance individuelle qui est signalée également dans une colonie de *Rattus rattus* (60). Mais nous pouvons imaginer que le nombre de rats augmentant, la reconnaissance individuelle fait place à une reconnaissance collective. Enfin, la présence d'un intrus est aussi un facteur augmentant l'agressivité entre les résidents.

Tous ces travaux permettent donc de dire que la présence d'un rat étranger, d'une femelle en oestrus augmente l'agressivité et que l'olfaction joue un grand rôle dans le déclenchement de l'agressivité. Cependant, réalisés en cages sur un petit nombre d'animaux interagissant, ils sont difficiles à extrapoler aux conditions de semi liberté ou de liberté.

III.3.2. Les comportements sexuels

Les comportements sexuels sont des comportements sociaux qui conduisent à l'acte de copulation. Le schéma de la femelle (83) pour le mâle semble essentiellement olfactif (94). A la femelle en pré-oestrus correspond la suite sexuelle, à la femelle en oestrus la poursuite sexuelle. Ce sont des comportements très reconnaissables grâce à leur finalité, mais très variables en eux-mêmes.

Nous décrirons chacun de ces deux comportements tels que nous les avons observés, d'abord dans leurs grandes lignes, puis les unités fonctionnelles. Nous terminerons par une discussion portant sur les variantes constatées par d'autres auteurs.

III.3.2.a. La suite sexuelle

La suite sexuelle correspond à la phase de pré-oestrus du cycle oestral de la femelle. Cette dernière possède alors une odeur qui attire le mâle, mais elle ne l'accepte pas. Dans un premier temps, nous décrirons le déroulement général des comportements correspondants à cette phase de la vie sexuelle de la femelle, puis nous étudierons les unités fonctionnelles qui lui sont particulières.

Un ou deux mâles, parfois trois, rarement plus, s'approchent de la femelle. Ils lui sentent l'appareil ano-génital et le lui lèchent (contact naso-ano-génital). La femelle peut les repousser, mais en général elle relève l'arrière-train et la queue et continue ce qu'elle était en train de faire : marcher, boire, manger, creuser.... Le mâle peut essayer de la monter, mais elle reste le dos voussé et assez souvent le repousse avec des coups des membres postérieurs ou de la menace devenant accessoirement une

posture de boxe (conférer III.3.1.a. : posture de boxe, renversement, menace). Le mâle ne fuit jamais et souvent recommence le contact naso-ano-génital, voire des essais de monte — Nous observons le mâle LY essayant de monter la femelle LA occupée à creuser. Cette dernière le menace. Le mâle LY ne recule pas, se dresse sur ses postérieurs et tente de contenir la femelle qui le pousse. Elle reprend son activité. Le mâle renouvelle ses tentatives de monte, ainsi plusieurs fois de suite — La femelle en pré-oestrus peut uriner quelques gouttes par ci par là, que le mâle sent.

Dans ce qui suit nous n'exposerons que les unités fonctionnelles que nous n'avons pas encore décrites. Pour les autres (posture de boxe, renversement, menace, pansage), nous renvoyons aux paragraphes correspondants (III.3.1.a., III.3.3.a.).

contact naso-ano-génital : la femelle en pré-oestrus attire le mâle qui penche la tête vers sa région ano-génitale. Il lui pose la patte antérieure sur la croupe ou lui relève l'arrière train avec cette patte. Souvent la femelle relève l'arrière-train d'elle-même et porte la queue de façon caractéristique en arche. Le mâle sent et lèche la région ano-génitale. Il le fait aussi lorsque la femelle est renversée durant une fuite ou une poursuite sexuelle. Durant la troisième partie de l'expérimentation, nous voyons à deux reprises un mâle passer son museau sous le ventre de la femelle et donner des coups de tête verticaux ; la femelle avance jusqu'à avoir la base de sa queue à la hauteur du museau du mâle qui se met à sentir et lécher la région ano-génitale de la femelle.

essai de monte : la femelle en pré-oestrus attire le mâle qui, après un contact naso-ano-génital, essaie de la monter. Le mâle s'agrippe sur la femelle, lui entourant les flancs avec les antérieurs et la mordant au garrot. Elle reste voussée et peut se déplacer en trainant le mâle. Lorsque celui-ci lâche prise, il peut reprendre le contact naso-ano-génital tout de suite ou après s'être léché le pénis. La femelle peut réagir au moment où le mâle pose ses antérieurs sur son dos. Elle essaie de le repousser par des menaces, des postures de boxe ou des coups des membres postérieurs.

coup des membres postérieurs : ce comportement se rencontre chez une femelle qui repousse un mâle essayant un contact naso-ano-génital ou une monte, mais aussi qui tente d'éloigner des jeunes qui jouent avec elle. La femelle, reposant sur trois membres, donne avec un postérieur des coups un peu au hasard dans la direction du rat qui la gêne. Parfois, lors de menace, elle présente l'arrière-train au mâle pour lui donner un coup avec un membre postérieur.

Le cycle oestral de la femelle fait naturellement succéder à la phase de pré-oestrus, celle d'oestrus où la femelle attire toujours le mâle, mais l'accepte alors. A cette phase, les comportements changent et nous allons les décrire au paragraphe suivant.

III.3.2.b. La poursuite sexuelle

La poursuite sexuelle correspond aux comportements observés lors de l'oestrus de la femelle. Cette dernière attire plusieurs mâles et accepte la monte.

Nous décrirons successivement le déroulement de ces comportements, puis deux unités fonctionnelles particulières : la monte et le léchage du pénis.

Le plus souvent, la femelle se tient dans un terrier ; les mâles attendent au dehors, en général cinq à dix rats qui se reposent tout en restant attentifs. Puis la femelle sort en courant et les mâles, vite rejoints par d'autres, se mettent à la poursuivre. Il peut y avoir plus de vingt mâles qui courent derrière la femelle jusqu'à ce qu'elle retourne dans son terrier. Si les mâles rejoignent la femelle et la touchent (morsure à la croupe, conférer III.2.1.a.), elle se retourne et leur fait face, dressée sur ses postérieurs (posture de boxe, conférer III.3.1.a.). Elle est alors renversée (renversement, conférer III.3.1.a.). Les mâles la pansent (pansage, conférer III.3.3.a.) ou lui sentent et lui lèchent la région ano-génitale (contact naso-ano-génital, conférer III.3.1.a.). La femelle est immobile, puis se dégage brusquement et la poursuite reprend. Par moment, la femelle s'arrête. Les mâles arrivent en courant. Le premier se précipite dessus. Il est bousculé par un autre qui monte la femelle. Tous les deux sont renversés par les autres. Ils se séparent. La femelle repart rapidement. Le mâle se lèche le pénis tandis que les autres reprennent la poursuite. La femelle retourne dans son terrier.

En début de soirée ou lorsque le nombre de rats est peu important comme durant la première partie de notre expérimentation, il peut n'y avoir qu'un mâle poursuivant la femelle. Il s'approche d'elle et la touche. Elle bondit en avant ; le mâle la suit et la monte.

Parfois la femelle vient provoquer le mâle. Elle s'approche, lui donne un coup de museau dans le flanc, puis lui présente l'arrière-train. D'autres fois, elle vient juste à côté du mâle et lorsque celui-ci l'a remarquée, elle s'éloigne d'un mètre ou deux et s'immobilise. Si le mâle ne la monte pas, elle se retourne et va à nouveau à côté de lui.

Il peut y avoir des comportements agonistiques entre mâles, mais ils sont distincts de la poursuite. Durant la première partie de l'expérimentation, nous observons le mâle LA repoussant parfois les autres ; ces derniers pouvant réussir malgré tout des montes avec la femelle en oestrus. Au cours des autres parties de l'essai, où il y a beaucoup de mâles, les seules interactions agonistiques ont lieu lorsque la femelle est dans son terrier : un mâle très excité, criant, souvent faisant vibrer sa queue, tourne autour de l'attroupement des mâles devant le terrier de la femelle. Certains mâles partent, les plus gros restent. Il ne nous a pas semblé qu'après un tel comportement, le mâle qui a crié gagne une place près du terrier de la femelle.

Nous terminerons cette description en signalant que tous les mâles ne participent pas à toutes les poursuites sexuelles. Durant la troisième partie de l'expérimentation, le 30 mars 1980, le mâle 2 ne par-

ticipe pas à la poursuite sexuelle qui se déroule. Cependant le lendemain, il prend part à une des deux poursuites sexuelles qui ont lieu et toujours à la même. Un autre, mâle 1, prend toujours place dans l'autre poursuite sexuelle, ce jour-là.

De nombreuses unités fonctionnelles sont décrites ailleurs dans ce chapitre. Nous en avons donné les références. Nous ne traiterons ici que la monte et le léchage du pénis.

monte : la femelle s'immobilise, le dos voussé, l'arrière-train présenté au mâle. Celui-ci pose ses antérieurs sur le dos de la femelle. A ce moment-là, elle s'aplatit sur le sol tout en relevant le train postérieur. Le mâle la saisit par les flancs avec ses antérieurs et lui mord le garrot. Cette prise est solide, car le couple peut être renversé sans qu'il se sépare. Le mâle bascule son arrière-train sous celui de la femelle pour réaliser l'intromission. A ce moment-là, ses postérieurs quittent le sol. La monte est de courte durée : une seconde ; parfois, elle dure plus longtemps : trois secondes , et avant de se dégager, la femelle pousse un cri : ceci doit correspondre à une éjaculation. La femelle subit plusieurs montes dans la soirée et ce nombre élevé de montes semble modifier la gestation : comme nous l'avons signalé, un nombre insuffisant d'intromissions peut entraîner une nidation retardée et des coïts effectués dans le quart d'heure suivant une éjaculation réduisent le nombre de spermatozoïdes traversant le col utérin.

Nous signalerons un comportement particulier observé durant la troisième partie de l'expérimentation : plusieurs fois un mâle arrive (par hasard, semble-t-il) près d'une femelle, la femelle 3, qui se repose et la monte durant un très court instant, puis s'en va sans se lécher le pénis. La femelle ne bouge pas, même une fois le mâle parti.

Léchage du pénis : après une monte ou après certains essais de monte, le mâle s'installe sur ses postérieurs, prend son pénis avec ses pattes et se lèche.

III.3.2.c. Discussion

Nos résultats peuvent être comparés avec ceux obtenus par d'autres auteurs sur *Rattus norvegicus* sauvage et sur *Rattus rattus* ; les uns ont travaillé sur des animaux en cage, d'autres sur des rats dans le milieu naturel (17-18-60-122).

En général, le déroulement des comportements sexuels tels qu'ils sont décrits dans la littérature est le même que celui que nous observons. Les différences portent sur la provocation par la femelle en oestrus, le comportement de cour par un seul mâle, les combats entre mâles.

En cage, il semble assez fréquent que la femelle vienne provoquer le mâle en lui donnant un coup de museau dans le flanc (17-18). Pour notre part, nous n'observons ce comportement qu'une ou deux fois au cours d'une seule nuit au début de l'essai : la femelle LA venant provoquer le mâle LY.

En liberté, sur une décharge, deux comportements de poursuite sexuelle sont relevés (122) : la cour par un seul mâle et la ruée. Dans le premier, un mâle de taille IV chasse les autres mâles du terrier où se trouve la femelle. Lorsqu'elle apparaît, il la pousse à l'intérieur ou la laisse sortir, la monte et l'oblige à retourner dans le terrier. Ce type de comportement n'a jamais été observé dans notre terrarium. Par contre, la ruée est identique à celui que nous avons décrit. Dans ce cas, la femelle sort de son terrier, mais ne s'en éloigne pas à plus de six à sept mètres. La taille du terrarium semble respecter ces déplacements. Ces travaux (122) indiquent de plus que lorsqu'il n'y a que deux mâles, les interactions entre eux laissent un peu de répit à la femelle ; mais lorsqu'il y en a plusieurs, les interactions sont plus courtes et le seul répit de la femelle est le refuge dans le terrier. Cette remarque est en accord avec les faits que nous observons dans le terrarium. Durant la première partie de l'expérimentation, alors qu'il y a peu de mâles, le dominant essaie d'éloigner les autres ; ce qui ne marche pas toujours. Mais par la suite, le nombre augmentant, le dominant ne peut plus les éloigner tous et les combats diminuent.

Chez *Rattus rattus* (60) en cage, les mâles suivent la femelle à la queue leu leu. Ce comportement ne s'observe pas en liberté. Dans ces conditions, la femelle en oestrus attire les mâles, même ceux des colonies avoisinantes. Des combats rituels ont lieu et cessent après le premier accouplement. Seuls, les vainqueurs participent aux actes sexuels. Chez *Rattus norvegicus*, nous ne notons aucun combat rituel. Cependant, le fait que de nombreux mâles poursuivent la femelle n'implique pas que tous la montent.

Le comportement sexuel, s'il paraît finalisé, est par contre très variable dans son expression, ainsi que le montrent les nombreuses variantes que nous avons relevées tant dans nos observations que dans la bibliographie.

III.3.3. Les comportements amicaux

Nous décrirons ici le pansage et le gréganisme chez le rat.

III.3.3.a. Le pansage

Le pansage est un comportement social se rapprochant de la toilette dans son expression.

Il est souvent commencé par le mâle, soit envers des jeunes, soit envers des femelles. Il a lieu le plus souvent lors de comportement sexuel : lorsque la femelle est dressée sur ses membres postérieurs ou renversée, un certain nombre de mâles la panse. En dehors du comportement sexuel, un mâle peut panser une femelle qui le pansera ensuite. Les jeunes se pansent fréquemment entre eux dans leurs jeux.

Le pansage consiste à lécher et mordiller la fourrure de l'autre rat. Il n'y a pas de région corporelle particulièrement pansée. Le plus souvent, c'est le ventre, région plus facilement atteinte lorsque le rat est dressé ou couché sur le dos ; mais ce peut être aussi le dos ou la nuque.

En dehors des comportements sexuels, le pansage est peu fréquent.

III.3.3.b. Le comportement grégaire

COSNIER (42) reconnaît deux types de gréganisme :

au sens large, c'est une réunion d'individus.

au sens restreint, c'est la recherche du contact.

Nous ne nous intéresserons qu'au sens restreint, en remarquant que notre dispositif expérimental (enclos) implique le premier type.

Le contact est maintenu chez le jeune lorsqu'il est dans le nid par les comportements de la femelle et ceux propres aux ratons (conférer III.4.). Chez les adultes, il est fréquemment observé chez les rats de laboratoire. Mais certains auteurs se demandent si ce n'est pas dû à l'environnement réalisé par les cages.

Dans le terrarium, au début de l'essai, après un petit nombre de groupements de quelques individus dans un des coins de la pièce (C 3) au cours des premières heures après le lâcher, les rats se distribuent à travers le territoire et s'installent chacun dans un terrier. Puis le nombre de sujet augmentant plus vite que celui des terriers, un grand nombre d'animaux logent entassés dans le même terrier. Les animaux qui dorment à l'extérieur en fin d'après-midi sont souvent serrés les uns sur les autres. Par contre la nuit, les animaux qui se reposent sont plus ou moins isolés (c'est à dire, sans contact direct avec des congénères).

Cette observation semblerait aller dans le sens de l'hypothèse que le gréganisme du rat serait plutôt une nécessité due au milieu qu'une recherche de la part de l'animal. Certaines observations en semi-liberté rapportent pourtant que les rats de laboratoire d'une part et que les rats sauvages d'autre part ont tendance à se grouper (12-13). Cependant dans des conditions de liberté sur une décharge, les terriers se répartissent de façon hétérogène (99). Il se pourrait donc qu'au début de l'expérimentation, l'origine très diverse des animaux entraîne une dispersion de ceux-ci. La reproduction ayant lieu, les rats issus d'une même portée ou d'un même groupe, ont tendance à rester ensemble et à loger dans le même terrier ; ceci expliquant la répartition hétérogène des terriers sur la décharge (99).

Il faut noter aussi que lorsqu'une femelle met bas, elle chasse les autres rats des alentours du nid. Ainsi nous observons que durant la première partie de l'essai, les femelles lors de leur première mise bas s'installent dans un terrier qu'elles conservent jusqu'à la fin du mois de juin et qu'elles y sont seules (conférer VI.1.1.). Ce phénomène est aussi observé dans d'autres travaux (13). Par contre, les jeunes issus de cette reproduction semblent, entre le sevrage et leur maturité sexuelle (notre première partie n'inclut malheureusement pas cette dernière phase), se reposer dans les mêmes terriers et rechercher le contact entre eux lors de leurs jeux.

Si des *Rattus norvegicus* sauvages ne recherchent pas le contact et vivent dans des terriers différents lorsqu'ils sont lâchés en semi-liberté, les jeunes issus d'une même mère semblent par contre rester ensemble après le sevrage. Il se peut cependant qu'à leur maturité

sexuelle ils aient tendance à se disperser : notons entre autre que les femelles qui mettront bas chasseront les autres rats des abords immédiats de leur nid.

Au terme de ces remarques, nous noterons qu'il ne nous est pas possible de conclure la question précédemment posée et qu'il est nécessaire de recueillir des données sur le grégarisme de contact chez *Rattus norvegicus* sauvage en liberté pour pouvoir apporter quelques éléments de réponse.

III.3.4. Le marquage

Le marquage odorant (les autres marquages, visuels...., sont plutôt à considérer comme des signaux- 83) à une fonction dans la communication intraspécifique : signalisation des chemins et délimitation d'un territoire ; marquage du partenaire sexuel ou des membres appartenant au même groupe (83).

Dans notre unité, nous observons peu de marquage de territoire et lorsqu'il existe, il est toujours réalisé par des mâles : par exemple, le mâle LA se frotte le ventre sur une pierre durant la première partie de l'expérimentation. Durant la troisième le mâle I se frotte le flanc sur l'angle de la cage qui avait été introduite ou passe sur une pierre : lorsqu'elle touche son pénis, il s'immobilise, urine quelques gouttes, puis continue.

Le marquage d'un membre du même groupe a peut être lieu lorsque le mâle marche sur une femelle ou sur un raton (chaque événement est observé une fois).

Le marquage peut servir à attirer les mâles vers une femelle. Assez souvent, celle-ci en pro-oestrus dépose quelques gouttes d'urine sur les pierres.

Les données bibliographiques sur le rat dans ce domaine sont peu nombreuses. Elles se résument à des observations identiques aux nôtres.

III.3.5. Le vol

Ce comportement consiste à prendre la nourriture d'un autre rat en train de manger.

Nous l'avons observé chez les jeunes envers les femelles, chez les mâles envers les femelles, plus rarement chez les femelles envers les mâles et jamais chez les jeunes envers les mâles. Entre adultes, c'est souvent pour une nourriture peu commune : exemple, un raton lors de cannibalisme. De la part des jeunes, cela concerne toute nourriture.

L'autre rat ne manifeste souvent rien et se contente soit de se tourner, soit de s'en aller ou de prendre un autre morceau. Nous n'avons jamais vu d'agression dans ce comportement.

Avec le vol, nous terminons l'exposé des comportements sociaux que nous observons entre adultes. Les jeunes font aussi des actes sociaux que nous allons étudier dans le chapitre suivant consacré à la description des comportements des jeunes.

III.4. LES COMPORTEMENTS DES JEUNES ET COMPORTEMENTS ENTRE JEUNES ET ADULTES

Les comportements des jeunes ont déjà été abordés précédemment lors de la description de certaines unités fonctionnelles des comportements de maintien ou sociaux des adultes. Il nous semble cependant utile de leur consacrer un chapitre, car ils sont surtout marqués par l'évolution de la naissance à l'âge adulte.

Cela commence lors de parturition, avec l'établissement de rapports étroits entre la mère et les enfants. Puis les ratons s'émancipent. Ils réalisent des comportements pour leur propre maintien. Ils s'amuse entre eux, mais aussi avec les adultes qui ne sont pas toujours indifférents.

III.4.1. Les comportements maternels

Les comportements maternels se décomposent en actes faits par la mère et ceux réalisés par les ratons.

Nous n'avons pas pu, dans nos conditions expérimentales, pour des raisons techniques : semi-liberté sur terre, étudier ces comportements maternels. Aussi nous ne ferons que rapporter ici certaines données bibliographiques.

La mère effectue la nidification
le ramassage des ratons
le "maternage" (38) : allaitement
soins aux jeunes
léchage

GROTA (81) montre dans un dispositif comprenant deux cages réunies par un tunnel qu'une femelle albinos passe avec sa portée (de six ratons) 85 p. cent de son temps le premier jour. Cette durée diminue par la suite. Au dix-septième jour, elle n'est plus que de 30 p. cent. Cette diminution porte sur la durée des périodes de la femelle avec sa portée et non sur leur nombre. Le léchage tient une place importante surtout de la région péri-anale du jeune (38). Il semble être déclenché par une substance chimique émise à ce niveau. Les cris des ratons déclenchent le comportement de ramassage. La femelle chasse tous les adultes du nid ; mais il arrive qu'un mâle refasse le nid en l'absence de la femelle (12).

Les ratons se maintiennent ensemble par la réaction d'enfouissement (42) : tout raton, dont l'extrémité céphalique est en contact avec un congénère ou la mère, pousse en avant et essaie de passer dessous. Les stimuli mis en oeuvre sont complexes. Au début, ce seraient des stimuli tactiles et thermiques, puis vers 10 jours, il y a disparition des seconds qui seraient remplacés par des olfactifs (3).

Les tétées sont provoquées par la mère jusqu'au quinzième jour. Au quatorzième, il apparaît une phéromone maternelle attractive et ainsi les enfants rats prennent l'initiative pour téter (24).

Petit à petit, les ratons sont sevrés et se mettent à s'alimenter eux-mêmes ainsi qu'à réaliser diverses activités de maintien.

III.4.2. Les activités de maintien des jeunes

Les activités de maintien des jeunes seront étudiées selon le plan déjà utilisé pour les adultes, c'est à dire :

- le repos
- les comportements de confort
- les comportements d'alimentation
- le transport
- le creusement
- l'exploration

Les jeunes ne se reposent pas à l'extérieur des terriers. Lorsqu'ils sont visibles, ils sont toujours actifs. Cette activité change avec leur développement : lorsqu'ils apparaissent pour la première fois, ils ont surtout un comportement explorateur et ils viennent boire. Petit à petit se développe le manger, le transport des bouchons et surtout les comportements de jeux.

Les ratons se toilettent, jamais durant de longues périodes, mais pendant quelques phases assez brèves qui s'insèrent entre les autres comportements. Par ailleurs, ils ont l'air d'apprécier les bains qu'ils prennent dans l'abreuvoir : un jeune plonge tête première et nage sous l'eau jusqu'à l'autre extrémité.

Des comportements d'alimentation, le boire est celui qui apparaît le premier ; peut-être que les jeunes, pour le manger, bénéficient des réserves accumulées dans le terrier par la femelle. Le rongement est lui aussi réalisé par certains ratons. L'exécution de ces comportements ne diffère pas de celle des adultes.

Les jeunes transportent divers objets. Le plus souvent, ce sont des bouchons, soit par imitation d'une femelle, soit tout seul. Ce dernier cas se caractérise par une course rapide de la mangeoire vers l'abri le plus proche, puis vers le terrier. Parfois un raton transporte de la paille dans l'excavation qui est en train d'être creusée par d'autres jeunes.

Le creusement est observé chez les ratons. En général, il est réalisé par plusieurs à la fois et sans but apparent (le terrier ainsi creusé n'est pas occupé). Nous préférons le classer dans les comportements de jeux.

L'exploration est surtout évidente lorsque les jeunes commencent à apparaître. Le premier jour, ils s'écartent peu de l'orifice du terrier, puis de nuit en nuit, ils vont de plus en plus loin. A la quatrième ou cinquième, ils ont atteint le coin opposé du terrarium. Les déplacements sont assez rapides et ne sont pas interrompus par la posture dressée. Par contre, les ratons semblent renifler tout ce qu'ils rencontrent.

Ces comportements d'entretien n'occupent qu'une petite partie de l'activité des ratons qui passent beaucoup de temps à jouer.

III.4.3. Les comportements de jeux

Les comportements de jeux sont difficiles à définir, mais faciles à reconnaître vu la grande énergie dépensée par les jeunes lors de ces comportements. Ils peuvent se diviser en jeux individuels et jeux sociaux. Les jeux individuels, représentés par des courses rapides et des sauts en l'air, existent en semi-liberté, mais ils sont difficilement identifiables des déplacements des rats dans le terrarium pour aller boire, manger ou pour explorer. Les jeux sociaux concernent au moins un jeune et un autre rat, adulte ou jeune.

Nous décrirons les interactions jeunes-adultes dans le paragraphe suivant. Nous ne nous intéressons, dans celui-ci, qu'aux jeux sociaux entre rats. Puis, nous comparerons nos observations avec des données bibliographiques.

Entre les rats, nous observons les unités fonctionnelles suivantes :

- pansage
- renversement
- fuite
- poursuite
- posture de boxe
- menace
- saut
- monter dessus
- mouvement vers

Nous n'avons pas mesuré spécialement les séquences ordonnées, cependant nous notons souvent la séquence : poursuite, posture de boxe, renversement, pansage, dégagement de l'animal pansé, et à nouveau poursuite. Parfois, plusieurs rats se poursuivent les uns derrière les autres. Fréquemment les jeunes montent sur le dos de leurs partenaires, même lorsque ceux-ci sont dressés. Le nombre de rats en interaction est de deux, trois, quatre, voire cinq.

Certains soirs, nous observons plusieurs rats creusant ensemble un même terrier. Ce comportement contagieux est fait sans but de réaliser un terrier, car celui-ci ne sera pas habité. Il nous semble donc normal de la classer dans les comportements de jeux. Parfois, l'un des jeunes transporte de la paille dans l'excavation que les autres continuent de creuser.

A titre de comparaison, nous présentons une étude sur les comportements de jeux chez des rats de souche de laboratoire (111). Les jeux sont divisés en jeux individuels et sociaux qui comprennent les unités fonctionnelles correspondant à celles que nous avons étudiées, parfois plus détaillées grâce à l'utilisation d'une cage de dimensions plus restreintes que le terrarium. La classification est la suivante :

- jeux individuels
 - course rapide
 - bond

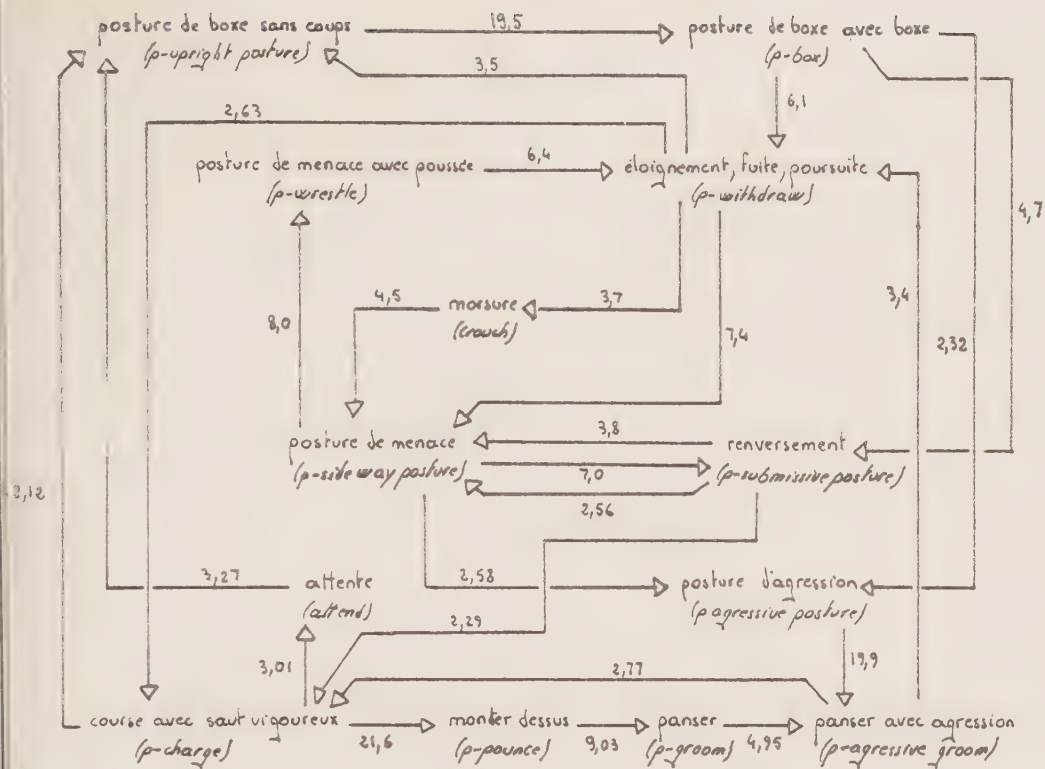


Figure n°28: l'organisation des sequences ordonnees de jeux chez de jeunes rats de laboratoire en captivité (d'après III)
(sequential organisation of social play in laboratory rat)

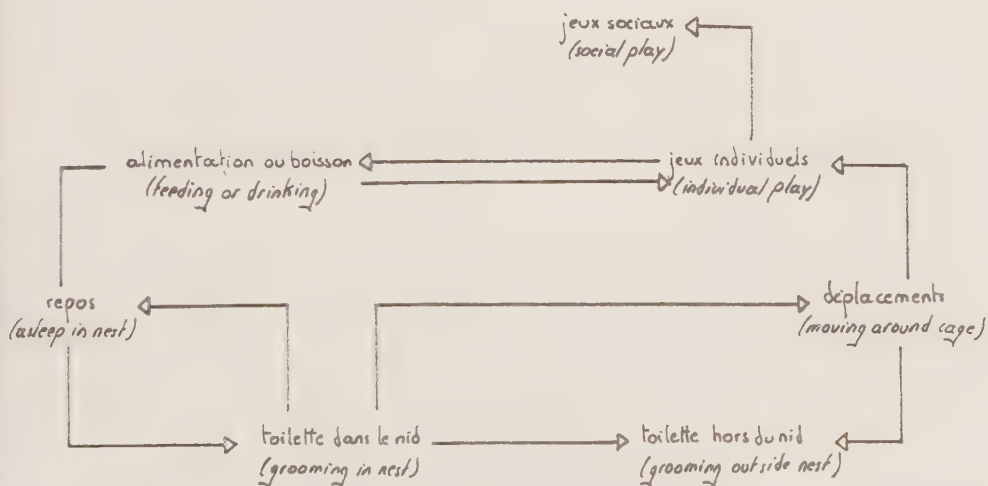


Figure n°29: les jeux parmi les autres activités de jeunes rats de laboratoire en captivité (d'après III)
(relationships between play and other forms of activity in laboratory rat)

jeux sociaux

- comportements adultes exagérés
 - pansage normal
 - avec agression
 - renversement
 - posture d'agression
 - éloignement (fuite, poursuite)
 - position de boxe sans coups
 - avec boxe
 - menace juste contact du flanc
 - poussée avec un membre
 - morsure inhibée
- comportements propres aux jeunes
 - course avec sauts vigoureux
 - monter dessus
- comportements adultes
 - morsure
 - mouvement vers

La figure n° 28 indique comment s'organisent les séquences ordonnées de ces unités fonctionnelles et la figure n° 29, la place des jeux dans les autres activités des rats. Les jeux sociaux prennent place en pleine période d'activité des jeunes, surtout après les jeux individuels, et se déroulent de façon structurée et non chaotique, mais sans comportement final bien identifié.

Nous venons de décrire les jeux individuels et sociaux entre rats. Mais il existe aussi les jeux sociaux entre jeunes et adultes que nous allons voir en traitant les interactions entre jeunes et adultes.

III.4.4. Les interactions entre jeunes et adultes

Les interactions entre jeunes et adultes que nous allons rapporter sont celles que nous avons vu dans le terrarium. En effet, les rats mêlent leurs jeux aux activités des autres rats qui parfois font des comportements envers eux. Nous ne reprendrons cependant pas ici les comportements maternels.

Les jeunes aiment courir après les femelles (nous ne pouvons dire si ce sont leurs mères), leur passer dessus (marcher sur la tête, monter sur le dos, s'agripper aux lombes) ou leur passer dessous dans tous les sens. Ils font cela même lorsque la femelle se déplace et il est amusant de voir la femelle essayer de marcher les membres écartés, avec un ou deux rats sous son ventre et un troisième sur son dos. Parfois, ils pansent une femelle. Lorsque celle-ci transporte des bouchons, souvent un ou deux sujets la suivent et l'imitent.

Les rats courent souvent après ce qui bouge. Il arrive qu'ils suivent un rat qui fuit et, qui se croyant poursuivi, court de plus belle. Ils essayent parfois de prendre la nourriture des femelles à côté desquelles ils mangent.

Les adultes sont dans l'ensemble très tolérants et lorsqu'ils repoussent les ratons, ils ne présentent pas d'agressivité. Mais lorsque les jeunes grandissent et importunent trop les mâles ou les femelles, ces derniers les mordent. Parfois le raton mordu pousse alors un cri qui fait se cacher tous les autres jeunes rats durant quelques minutes alors que les adultes ne présentent pas de changements dans leur comportement en cours.

Durant la première partie de l'expérimentation, tous les mâles pensent au moins une fois des ratons. Une autre fois, le mâle LA marche sur un raton après l'avoir pansé, il peut s'agir là d'un marquage odorant.

Les données trouvées dans la bibliographie (12-17) concordent avec nos résultats. Nous noterons cependant que dans une colonie de rats de laboratoire en semi-liberté (12), seul le mâle dominant panse les ratons.

Les jeunes, par leur développement propre d'un côté et de l'autre, par leurs interactions avec les animaux du groupe, s'insèrent petit à petit dans la structure sociale. Nous n'avons pu observer notre colonie à ce moment-là et nous n'avons pas trouvé d'études ethologiques de cette période. Le résultat est cependant là. A la fin de ce processus, les jeunes seront des adultes dans la société et feront les comportements d'entretien et les comportements sociaux que nous avons déjà décrits.

Nous venons de décrire l'éthogramme de *Rattus norvegicus* en semi-liberté. Nous avons abordé successivement les comportements d'entretien, les comportements appétitifs et d'exploration, les comportements sociaux entre adultes ainsi que les comportements des jeunes.

Cette description nous a semblé importante car, s'il y a de nombreux travaux en captivité sur les rats de laboratoire ainsi que sur des souches sauvages, les données sont plus rares et plus fragmentaires sur les rats sauvages en liberté ; en particulier, il n'existe pas d'éthogramme de *Rattus norvegicus* en liberté comme il en existe un pour *Rattus rattus* (60). Cette lacune vient sûrement des difficultés de l'observation des animaux en liberté. Il ne peut y avoir de contrôle rigoureux des conditions ; mais surtout les comportements sont dispersés sur de grandes étendues.

Les conditions de semi-liberté, tout en donnant aux animaux des espaces plus grands que les cages, permettent de travailler dans des dimensions suffisamment restreintes pour que la majorité des comportements se déroulant hors des terriers soit observable. Elles permettent aussi de contrôler le nombre de rats qui peuvent être marqués pour une reconnaissance plus facile. Cependant, cette méthode d'étude a des limites. Un certain nombre de comportements ne sont pas visibles soit parce qu'ils se déroulent dans les terriers, soit parce qu'ils sont trop petits et ont lieu trop loin. Mais surtout, l'espace est clos. Ce fait conditionne certaines différences de comportements comme nous l'avons vu au sujet des rencontres agonistiques : en cage, existent les com-

portements de soumission, mais fuite et poursuite ne sont pas exprimées ; en semi-liberté, apparaît une unité fonctionnelle, la séquestration et les poursuites prédominent sur les fuites ; en liberté, les fuites sont plus importantes que les poursuites. Cet espace clos empêche aussi l'émigration des animaux et favorise l'apparition d'une surpopulation qui, d'après certains auteurs, entraîne une dégradation des comportements (134-135). Dans notre essai, nous ne l'observons pas, les comportements varient peu et les seules modifications sont des complications dues au nombre croissant d'animaux : la poursuite sexuelle a un aspect différent suivant qu'il y ait un ou plusieurs mâles. Cette différence peut être due au fait que dans notre expérimentation la surpopulation est atteinte par une croissance régulière, alors que dans les travaux cités (134-135) elle est réalisée en plaçant de nombreux adultes, sans rapport les uns avec les autres, dans un petit espace.

Cette méthode d'étude en semi-liberté, malgré ces limites, nous permet donc de dresser un éthogramme de *Rattus norvegicus*, très proche de ce qui est observable en liberté. A partir de cette description des comportements, nous pouvons aborder les problèmes suivants :

- la hiérarchie sociale
- la répartition des activités dans le temps
- l'utilisation de l'espace.

IV. LA HIÉRARCHIE SOCIALE

La hiérarchie sociale, selon FEYMER (83) a pour rôle de maintenir une certaine organisation sociale, établissant qui a le droit d'attaquer qui. Elle se structure et se maintient à l'aide de luttes occasionnelles. Chaque membre du groupe retient, au cours des différents affrontements, l'individu qui lui est supérieur ou inférieur et règle son comportement en conséquence. Dans une hiérarchie établie, les combats sont rares. Elle est maintenue par de simples attitudes de menace.

BOUISSOU (30) la définit par le classement des individus d'un groupe en rangs différents à la suite de combats, ou menaces, ou soumission passive. Elle se traduit par des luttes, des menaces, des préséances, des évitements.

Dans les deux définitions, la hiérarchie s'établit en fonction de l'agressivité des animaux. Elle s'observe dans les résultats des compétitions entre animaux. Celles-ci peuvent être naturelles ou provoquées. Dans les conditions naturelles, de nombreux comportements évitent l'affrontement ; il est donc difficile d'observer la hiérarchie. Certains artifices permettent d'augmenter le nombre d'affrontements, par exemple l'introduction d'un intrus(120).

Pour notre part, nous envisagerons la hiérarchie sociale au travers de l'agressivité, mais aussi des compétitions diverses s'établissant entre les animaux et qui ne possèdent pas forcément un caractère agressif. De ce fait, nous étudierons cette hiérarchie sous deux aspects :

- l'étude des victoires et des défaites lors de toutes les compétitions
- l'étude du comportement agressif en quatre classes (conférer III.3.1.)
 - comportements d'approche et de reconnaissance
 - comportements d'attaque, de menace et de séquestration
 - comportements d'éloignement et de fuite
 - comportements de poursuite

Après l'avoir fait en détail pour la première partie de l'expérimentation, puis plus succinctement pour les deux autres, nous discuterons enfin le rôle que peut jouer la hiérarchie dans un groupe de rats.

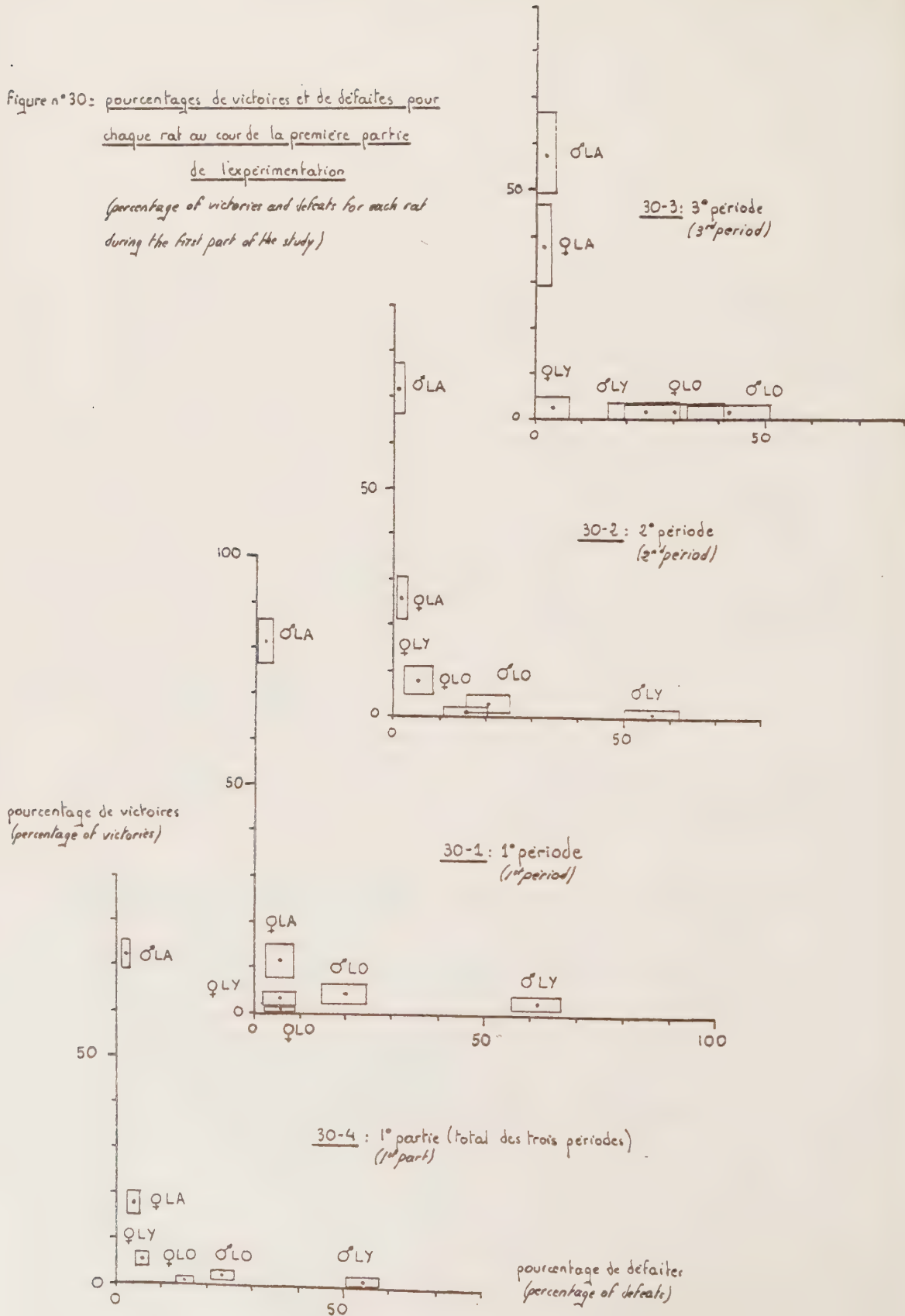
IV.1. L'ETUDE DE LA HIERARCHIE SOCIALE DURANT LA PREMIERE PARTIE DE L'EXPERIMENTATION

Au cours de la première partie de l'expérimentation, nous n'avons en présence que trois mâles et trois femelles (conférer II.2.1.). Le principe de l'étude de la hiérarchie sociale est donc le suivant :

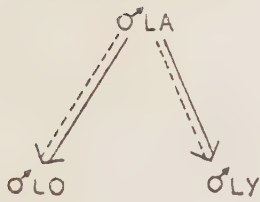
- dénombrement des interactions observées entre les rats deux à deux
- calcul du pourcentage d'interactions pour un rat par rapport au nombre total obtenu pour tous les animaux (conférer I.3.2.)
- calcul de la répartition théorique de ces interactions en fonction du nombre total obtenu pour chaque animal (conférer I.3.2.)
- conservation des interactions statistiquement différentes de la répartition théorique afin d'éliminer les effets dus à une observation plus fréquente de deux individus

Figure n°30: pourcentages de victoires et de défaites pour
chaque rat au cours de la première partie
de l'expérimentation

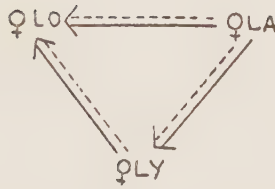
(percentage of victories and defeats for each rat
 during the first part of the study)



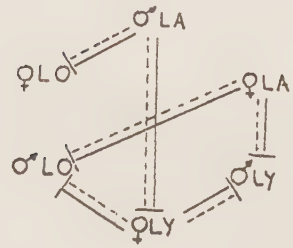
mâles



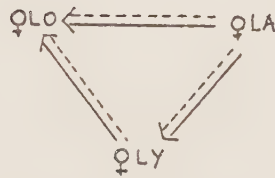
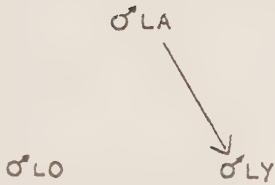
fémmes



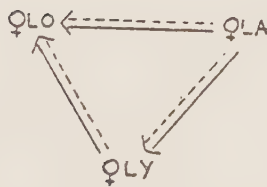
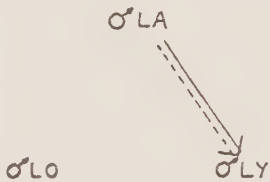
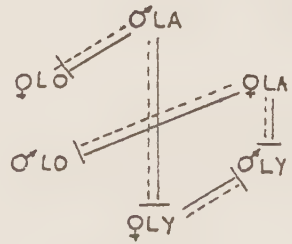
males-femelles



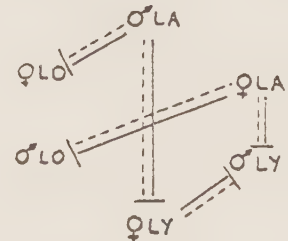
total sur la première partie
(first part of the study)



première période
(first period)

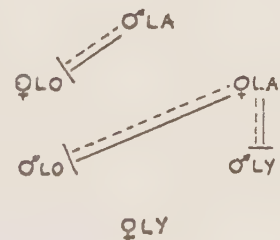


deuxième période
(second period)



♀ LY

troisième période
(third period)



- 2 1 vainc plus 2
(1 wins more 2)
- - - → 2 2 est plus vaincu par 1
(2 is more won by 1)
- 1 1 vainc moins 2
(1 wins less 2)
- - - → 1 2 est moins vaincu par 1
(2 is less won by 1)

que la répartition théorique
(than the theoretic repartition)

Figure n°31: victoires et défaites au cours de la première partie de l'expérimentation: relations significatives

(victories and defeats during the first part of the study = significant relations)

Les résultats sont analysés globalement sur la première partie de l'expérimentation, et pour chacune des trois périodes, correspondant à une étape de la reproduction dans le terrarium.

Le détail des valeurs individuelles ainsi que des calculs est donné dans les tableaux figurant dans l'annexe n° 6. Les résultats concernant les victoires et défaites, les comportements d'approche et de reconnaissance, ceux d'attaque, de menace et de séquestration, ceux d'éloignement et de fuite, ceux de poursuite, sont exprimés en pourcentage pour chaque rat dans les figures n° 30, 32, 34, 36, 38 (les rectangles portés sur les graphes correspondent aux intervalles de confiance des pourcentages, et leur surface augmente lorsque le nombre d'interactions diminue) et en interactions statistiquement différentes de la répartition théorique pour les rats pris deux à deux dans les figures n° 31, 33, 35, 37, 39.

IV.1.1. Les victoires et les défaites

La figure n° 30 indique les pourcentages de victoire et de défaite pour chaque rat durant les trois périodes de la première partie de l'expérimentation, ainsi que le total sur cette partie. Durant la première période (figure n° 30-1), le mâle LA est celui qui vainc le plus ; il ne subit que très peu de défaites. A l'opposé, le mâle LY remporte peu de victoires et beaucoup de défaites. Les autres rats se situent à l'origine du graphe avec cependant la femelle LA ayant un peu plus de victoires, et le mâle LO ayant un peu plus de défaites. Durant la deuxième période (figure n° 30-2), l'aspect général est le même que précédemment. Cependant, le groupe de quatre rats situés près de l'origine éclate suivant deux axes. Le pourcentage de victoires de la femelle LA augmente, ainsi que celui de la femelle LY qui reste pourtant inférieur. Le mâle et la femelle LO ne remportent que peu de victoires. Par contre, leurs pourcentages de défaites augmentent tandis que ceux des femelles LA et LY restent faibles. Cette évolution se continue lors de la troisième période (figure n° 30-3). Le pourcentage de victoires du mâle LA diminue tandis que celui de la femelle LA augmente ; celui des autres animaux est voisin de zéro. La femelle et le mâle LO dépassent le mâle LY dans les pourcentages de défaites. Les autres rats en subissent peu. Au total sur la première partie (figure n° 30-4), les animaux se classent selon deux axes : le mâle LA et les femelles LA et LY subissent peu de défaites ; la femelle LO et les mâles LO et LY remportent peu de victoires. Sur le premier axe, c'est le mâle LA le plus victorieux, et loin derrière viennent d'abord la femelle LA puis la femelle LY. Sur le second, c'est le mâle LY le plus vaincu, puis suivent le mâle LO et la femelle LO.

La figure n° 31 visualise les interactions dont le nombre diffère significativement de celui attendu si seul jouait le hasard. Durant la première période, entre les mâles, seule la relation LA vainc "plus" LY est significative (par rapport à ce que l'on pourrait attendre du hasard). Entre les femelles, LA vainc plus LY et LO qui sont aussi plus vaincues par LA, et LY vainc plus LO qui est plus vaincue par elle. Entre mâles et femelles, nous n'observons que des interactions dont le nombre est significativement inférieur au jeu du hasard. Elles s'établissent de mâle LA vers les femelles LO et LY, de femelle LA vers les mâles LO et LY, et de femelle LY vers le mâle LY ; elles ont lieu dans les deux sens : par exemple, femelle LY vainc moins mâle LY et il est moins vaincu par elle. Au cours de la deuxième période, les relations sont identiques, sauf mâle LY qui est plus vaincu par mâle LA, et femelle LA qui est moins vaincue par mâle LA.

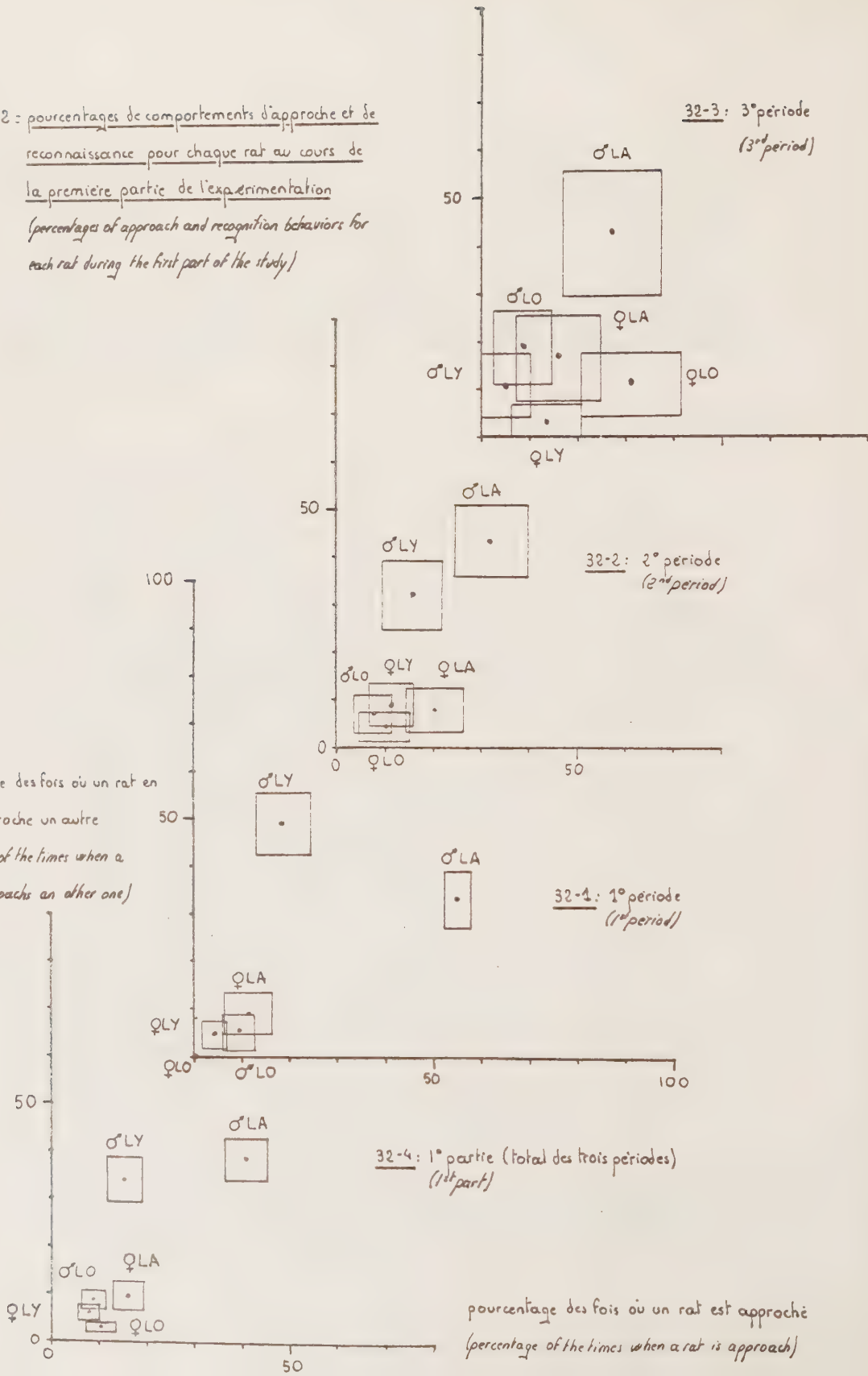
La troisième période présente un changement assez grand. Parmi les mâles, la relation s'installe entre LA et LO : le premier vainc plus le second qui est plus vaincu par lui. Entre les femelles, seule reste la relation LA-LO. Un certain nombre de relations disparaissent entre mâles et femelles, et il ne persiste que : mâles LA vainc moins femelle LO qui est moins vaincue par lui, et femelle LA vainc moins les mâles LO et LY qui sont moins vaincus par elle. Au total sur la première partie, les relations entre mâles sont celles de la deuxième et de la troisième période ; celles entre femelles sont celles des deux premières périodes ; celles entre femelles et mâles sont celles de la première période auxquelles s'ajoutent les relations femelle LY vainc moins mâle LO qui est moins vaincu par elle.

IV.1.2. Les comportements d'approche et de reconnaissance

La figure n° 32 indique les pourcentages d'approche et de reconnaissance pour chaque rat durant les trois périodes de la première partie de l'expérimentation, ainsi que le total sur cette partie. Durant la première période (figure 32-1), les femelles et le mâle LO approchent peu et sont peu approchés, en particulier pour la femelle LO qui se trouve exactement à l'origine. Par contre, le mâle LY approche beaucoup et est assez approché ; et le mâle LA est beaucoup approché et approche relativement souvent. Au cours de la deuxième période (figure 32-2), le mâle LA devient le rat qui approche et qui est approché le plus. Le mâle LY approche moins que le mâle LA mais plus que les autres rats ; par contre, il est approché moins que le mâle LA mais autant que les autres rats. Ces derniers se retrouvent encore à l'origine du graphe avec cependant la femelle LA qui est un peu plus approchée que les autres. Durant la troisième période (figure 32-3) les intervalles de confiance sont représentés par les rectangles plus grands parce que nous avons moins d'actes relevés. Le mâle LA est nettement celui qui approche le plus. Avec la femelle LO, il est parmi les rats les plus approchés. Les autres rats sont peu approchés et approchent peu, surtout la femelle LY qui approche peu. Au total sur la première partie (figure 32-4), le mâle LA est le plus approché et il approche le plus. Cependant, le mâle LY approche presque autant que lui, mais il est nettement moins approché avec un pourcentage proche de celui de la femelle LA qui, par ailleurs, approche peu. Les trois autres rats sont très peu approchés avec un score identique entre eux, et pour ce qui est de l'acte d'approcher s'échelonnent dans l'ordre décroissant suivant : mâle LO, femelle LY, femelle LO.

La figure n° 33 visualise les interactions dont le nombre diffère significativement de celui attendu si seul jouait le hasard. Durant la première période, il n'y a pas de relation (significativement différente de la répartition théorique) entre les femelles. Entre mâles, LY approche plus LA et approche moins LO qui est moins approché par LY. De plus, ce dernier est moins approché par mâle LO. Les relations entre femelles et mâles montrent que le mâle LY approche moins les femelles LO et LA qui sont moins approchées par lui. Au cours de la deuxième période, il n'y a toujours pas de relations entre les femelles. Entre les mâles, LY approche plus LA mais moins LO qui est moins approché par lui. Par ailleurs, LO approche moins LA qui est moins approché par lui. Les relations entre mâles et femelles sont identiques à la première période. La troisième période présente un changement assez grand. Il n'y a aucune relation entre mâles d'une part et entre femelles d'autre part. Les relations entre mâles et femelles sont différentes des périodes précédentes : mâle LA approche moins femelle LA ;

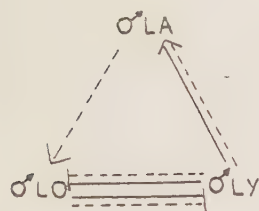
Figure n° 32 : pourcentages de comportements d'approche et de reconnaissance pour chaque rat au cours de la première partie de l'expérimentation
 (percentages of approach and recognition behaviors for each rat during the first part of the study)



mâles

féelles

mâles-féelles



♀LO

♀LA

♀LO

♀LA

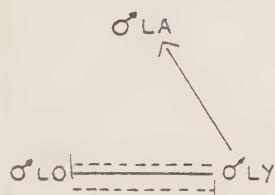
♂LO

♂LY

♀LY

♀LY

total sur la première partie
(first part of the study)



♀LO

♀LA

♀LO

♀LA

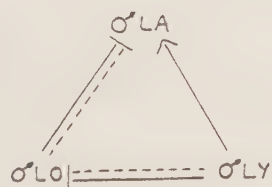
♂LO

♂LY

♀LY

♀LY

première période
(first period)



♀LO

♀LA

♀LO

♀LA

♂LO

♂LY

♀LY

♀LY

deuxième période
(second period)

♂LA

♀LO

♀LA

♀LO

♀LA

♂LO

♂LY

♂LO

♂LY

♀LY

♀LY

troisième période
(third period)

mâle LO approche moins femelle LO qui est moins approchée par lui. Au total sur la première partie, les relations entre mâles et femelles sont identiques à celles des deux premières périodes ; celles entre femelles sont absentes ; celles entre mâles présentent des relations qui n'étaient pas encore apparues. Le mâle LY approche plus le mâle LA qui est plus approché par lui, et approche moins le mâle LO qui est moins approché par lui. Mâle LO est plus approché par mâle LA ; il approche moins mâle LY qui est moins approché par lui.

IV.1.3. Les comportements d'attaque, de menace et de séquestration

La figure n° 34 indique les pourcentages d'attaque, de menace et de séquestration pour chaque rat durant les trois périodes de la première partie de l'expérimentation, ainsi que le total sur cette partie. Durant la première période (figure 34-1), le mâle LA est l'initiateur de nombreuses attaques mais en fait peu souvent l'objet. Au contraire, le mâle LY est beaucoup attaqué, mais il attaque peu. La femelle LA attaque légèrement plus que le mâle LY mais est beaucoup moins attaquée. Le mâle LO attaque très peu mais est plus attaqué que femelle LA et autant que mâle LA. Les femelles LY et LO sont peu attaquées et attaquent très peu, voire pas du tout (tel est le cas de femelle LO). Durant la deuxième période (figure 34-2), deux axes se dessinent : les rats qui sont peu attaqués, ceux qui attaquent peu. Dans le premier, nous trouvons mâle LA qui attaque beaucoup, femelle LA moins, femelle LY peu. Dans le second, nous avons mâle LY qui est beaucoup attaqué, mâle et femelle LO qui le sont moyennement, femelle LY peu. La troisième période (figure 34-3) montre que le mâle et la femelle LO, s'ils attaquent toujours peu, sont maintenant les plus attaqués. Femelle LY et mâles LA et LY sont peu attaqués, la femelle LA ne l'est pas du tout. Pour ce qui est des attaques, femelle LA en fait le plus, mâle LA moyennement, femelle LY peu, mâle LY pas du tout. Au total sur la première partie (figure 34-4), nous retrouvons la disposition observée durant la deuxième période.

La figure n° 35 visualise les interactions dont le nombre diffère significativement de celui attendu si seul jouait le hasard. Durant la première période, une seule relation : le mâle LY attaque moins le mâle LO. Au cours de la deuxième période, entre les mâles, LA attaque plus LY qui est plus attaqué par LA, et LY attaque plus LA qui est plus attaqué par LY. Entre les femelles, LA attaque plus LO qui est plus attaquée par elle. Entre mâles et femelles, le mâle LA attaque moins les femelles LO et LY qui sont moins attaquées par lui ; le mâle LY est moins attaqué par les femelles LA et LY qui l'attaquent moins, et il attaque moins femelle LO. La troisième période présente encore un changement. Il n'y a plus de relations entre les femelles. Mâle LA attaque plus mâle LO qui est plus attaqué par lui. Le nombre de relations entre mâles et femelles est réduit : femelle LO est moins attaquée par mâle LA qui l'attaque moins, et mâle LO est moins attaqué par femelle LA qui l'attaque moins. Au total sur la première partie, nous trouvons de nombreuses relations. Entre les mâles LA et LY, nous retrouvons les relations observées au cours de la deuxième période, et vis à vis de mâle LO, ces mâles l'attaquent moins et il est moins attaqué par eux. La femelle LA attaque plus les femelles LO et LY qui sont plus attaquées par elle. Pour ce qui est des relations entre femelles et mâles, nous retrouvons les résultats de la deuxième période sauf que le mâle LA n'attaque pas moins femelle LO qui n'est pas moins attaquée par lui, et que mâle LA est moins attaqué par femelle LA.

IV.1.4. Les comportements d'éloignement et de fuite

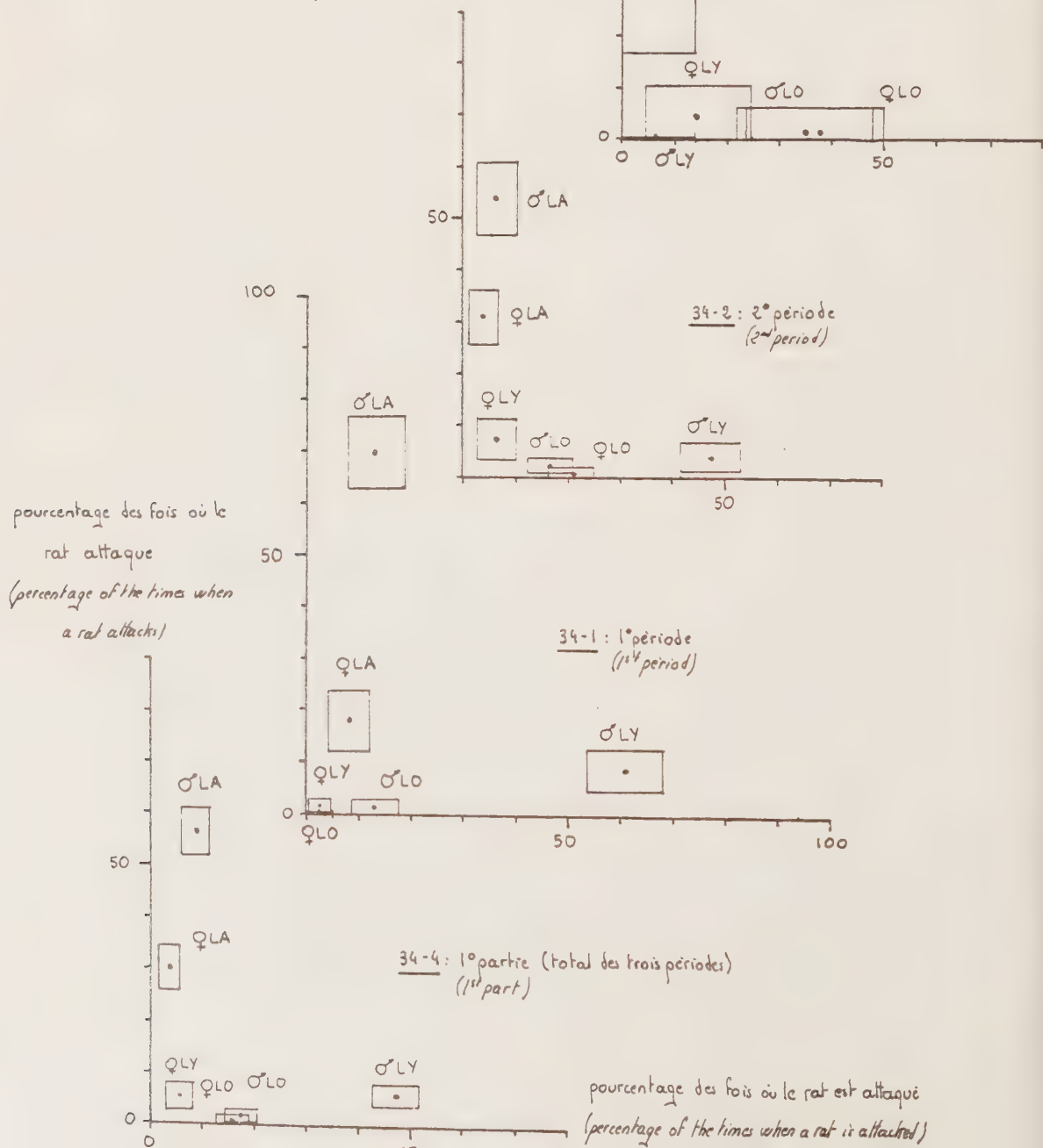
La figure n° 36 indique les pourcentages d'éloignement et de fuite pour chaque rat durant les trois périodes de la première partie de l'expérimentation, ainsi que le total sur cette partie. Durant la première période (figure n° 36-1), le mâle LA ne fuit pas, mais il est beaucoup fui. A l'opposé, mâle LY fuit beaucoup et il est peu fui ainsi que les autres rats. Ces derniers fuient peu, surtout femelle LO qui ne fuit presque pas. Au cours de la deuxième période (figure n° 36-2), le mâle et la femelle LA fuient le moins et sont les plus fuies, mâle LA plus que femelle LA. Parmi les autres rats qui sont peu fuies, les mâles LO et LY fuient le plus. Les femelles LO et LY le font moyennement. La troisième période (figure n° 36-3) présente une répartition très similaire où les mâles et femelles LO et LY fuient presque autant chacun. Au total sur la première partie (figure n° 36-4), le mâle LA ne fuit presque pas et est le plus fui. Les femelles fuient peu mais LA est plus fuie que LO et LY. Les mâles LY et LO fuient beaucoup et sont peu fuies.

La figure n° 37 visualise les interactions dont le nombre diffère significativement de celui attendu si seul jouait le hasard. Durant la première période, il n'y a aucune relation. Au cours de la deuxième, une seule relation : mâle LY fuit moins femelle LA qui est moins fuie par lui. La troisième période présente l'apparition de quelques relations entre femelles et entre mâles et femelles. La femelle LO fuit plus la femelle LA qui est plus fuie par LO, et fuit moins le mâle LA qui est moins fui par la femelle LO. La femelle LA est moins fuie par les mâles LO et LY qui la fuient moins. Au total sur la première partie, seulement trois relations : le mâle LA est plus fui par le mâle LY qui le fuit plus, et est moins fui par la femelle LO qui le fuit moins. La femelle LA est moins fuie par le mâle LY qui la fuit moins.

IV.1.5. Les comportements de poursuite

La figure n° 38 indique les pourcentages de poursuite pour chaque rat durant les trois périodes de la première partie de l'expérimentation, ainsi que le total sur cette partie. Durant la première période (figure n° 38-1), le mâle LA poursuit beaucoup et n'est pas poursuivi. Le mâle LY poursuit peu et il est beaucoup poursuivi. Le mâle LO poursuit peu, mais il est moins poursuivi que le mâle LY. Les femelles sont peu poursuivies et poursuivent peu pour LA, presque pas pour LY et pas du tout pour LO. Durant la deuxième période (figure n° 38-2), les rats gardent à peu près la même disposition, à ceci près que le mâle LA poursuit un peu moins, que les femelles LA et LY poursuivent un peu plus, et que la femelle LO est un peu plus poursuivie. La troisième période (figure n° 38-3) présente deux groupes de rats : ceux qui poursuivent peu ou pas, ceux qui sont peu ou pas poursuivis, la femelle LY se trouvant à l'origine du grappe. Dans le premier, nous rencontrons le mâle LY, la femelle LO et le mâle qui est le plus poursuivi cette fois. Dans le second, nous trouvons la femelle LA et le mâle LA qui poursuivent plus qu'elle. Au total sur la première partie (figure n° 38-4), la disposition précédente se retrouve. Parmi les rats qui poursuivent peu ou pas, le mâle LY est le plus poursuivi, puis viennent mâle LO, femelle LO et femelle LY qui est peu poursuivie. Au sein des animaux qui sont très peu poursuivis, le mâle LA est de loin celui qui poursuit le plus, la femelle LA poursuivant moyennement.

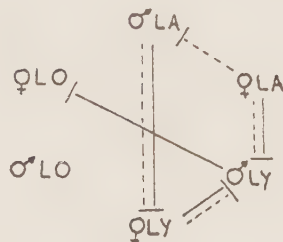
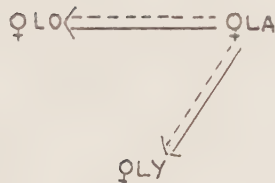
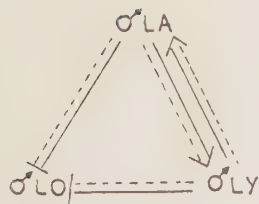
Figure n°34: pourcentages de comportements d'attaque, de menace et de séquestration pour chaque rat au cours de la première partie de l'expérimentation
 (percentages of attack, threat and sequestration behaviors, for each rat, during the first part of the study)



mâles

femelles

males-femelles



total sur la première partie
(first part of the study)

σLA

♀LO

♀LA

σLA

♀LO

♀LA

σLO ————— σLY

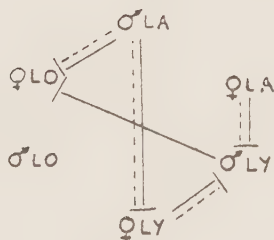
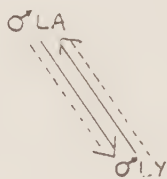
σLO

σLY

♀LY

♀LY

première période
(first period)



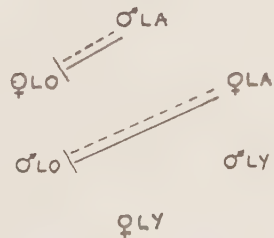
♀LY

deuxième période
(second period)



♀LO

♀LA



♀LY

troisième période
(third period)

Figure n° 35 : les comportements d'attaque, de menace et de sequestration au cours de la première partie de l'expérimentation :
relations significatives

(attack, threat and sequestration behaviors during the first part of the study : significant relations)

La figure n° 39 visualise les interactions dont le nombre diffère significativement de celui attendu si seul jouait le hasard. Durant la première période, il n'existe aucune relation entre les mâles. Par contre, entre les femelles, il en existe trois : LA poursuit LO et LY qui sont plus poursuivies par elle, et LY poursuit plus LO qui est plus poursuivie par LY. Entre femelles et mâles, femelle LA poursuit moins les mâles LO et LY qui sont moins poursuivis par elle, et mâle LA poursuit moins les femelles LY et LO qui sont moins poursuivies par lui. Au cours de la deuxième période, à ces relations s'en rajoutent trois : entre mâles d'abord, LA poursuit plus LY qui est plus poursuivi par lui ; et entre femelles et mâles, la femelle LY poursuit moins les mâles LO et LY qui sont moins poursuivis par elle. La troisième période présente une réduction du nombre de relations. Le mâle LO est plus poursuivi par le mâle LA qui le poursuit plus ; la femelle LO est plus poursuivie par la femelle LA qui la poursuit plus. Entre mâles et femelles, seuls persistent : mâle LA poursuit moins femelle LO qui est moins poursuivie par lui ; femelle LA poursuit moins mâle LY et mâle LO qui sont moins poursuivis par elle. Au total sur la première partie, entre les mâles, LO et LY sont plus poursuivis par LA qui les poursuit plus. Entre les femelles, LO et LY sont plus poursuivies par LA qui les poursuit plus. Entre femelles et mâles, nous retrouvons les relations de la première période.

IV.1.6. Discussion

Nous notons que par rapport à la répartition théorique (hasard), le nombre d'interactions entre deux individus peut être significativement supérieur ou inférieur. Pour certains individus et pour certaines classes, les relations significatives sont liées. Par exemple, dans la classe des comportements d'approche et de reconnaissance, sur la totalité de la première partie de l'expérimentation, le mâle LY approche plus, que par le fait seul du hasard, le mâle LA, mais moins le mâle LO et les femelles LO et LA. Cela peut s'expliquer par la construction mathématique de la répartition théorique. Mais certaines fois, un animal peut avoir seulement un score inférieur (par exemple le mâle LO dans les mêmes conditions que ci-dessus) et il faut admettre qu'un rat peut faire moins de comportements envers un congénère donné, sans que pour autant ce soit parce qu'il en fait plus avec un autre. Cette remarque est particulièrement intéressante lorsque nous regardons où se distribue ce type de relations : il en existe un peu entre les mâles pour la classe des comportements d'approche et de reconnaissance et celle des comportements d'attaque, de menace et de séquestration ; il n'en existe pas entre les femelles ; par contre, ce sont les seuls entre mâles et femelles. Il nous semble donc que si des comportements agressifs s'installent entre les animaux, ils sont moins nombreux que par le fait seul du hasard entre rats de sexe différent et que ce fait renforce la cohésion du groupe de rats. Par contre, au sein de chaque sexe, ces comportements sont parfois plus nombreux et nous allons les étudier pour les mâles puis pour les femelles.

Parmi les mâles, LA est le dominant. Il est le mâle qui participe le plus aux interactions. Au niveau du total sur la première partie, par rapport aux autres rats, il remporte le plus de victoires, approche le plus, est le plus approché, attaque le plus, est le plus fui, poursuit le plus. En ce qui concerne les relations significatives (par rapport au jeu du hasard), nous notons une hiérarchie à deux niveaux : LA vainc et poursuit plus LY et LO. Cependant, des relations particulières s'installent entre LY et LA. LY approche, attaque, fuit plus LA qui l'attaque plu-

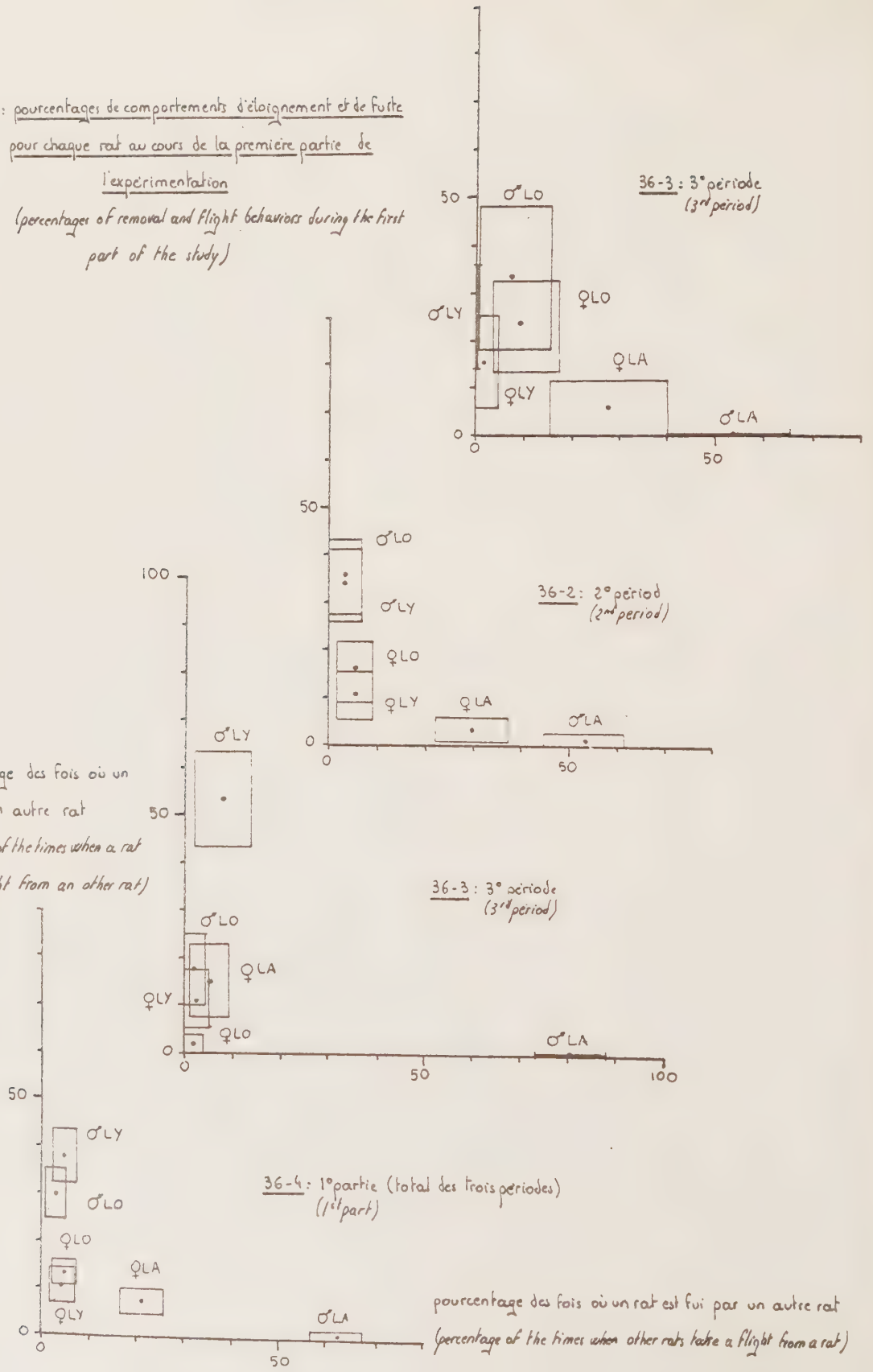
La dominance de LA n'exclut pas une lutte de LY contre lui, peut-être pour lui ravir sa place. LO, pour sa part, semble un peu à l'écart sur un plan global. Il n'en est rien si nous suivons l'évolution au cours des trois périodes : si au cours de la première et surtout de la deuxième, la lutte entre LA et LY est claire, durant la troisième, les pourcentages de défaites, d'approche, d'être attaqué, de fuir, d'être poursuivi de LY diminuent, tandis que ceux de LO augmentent. Les relations significatives s'instaurent alors entre LA et LO : LA vainc, attaque, poursuit plus LO que par le fait seul du hasard. Mais nous ne retrouvons pas chez LO l'agressivité que LY possédait envers LA.

Les femelles restent plus groupées lorsque nous regardons les pourcentages. Elles semblent cependant se classer dans l'ordre suivant : LA, LY, LO, au vu des victoires et défaites, des comportements d'attaque, de menace et de séquestration, des comportements de poursuite, et à un moindre degré, des comportements d'approche et de reconnaissance, et des comportements d'éloignement et de fuite. Cet ordre se retrouve lorsque nous considérons les relations significativement différentes d'une répartition au hasard, particulièrement pour les victoires et défaites. Pour la classe des comportements d'attaque, de menace et de séquestration et celle des comportements de poursuite, seules apparaissent des relations entre LA d'une part, LO et LY d'autre part. Pour les autres classes, il n'y a aucune relation significative. Si nous suivons l'évolution des rapports entre les femelles au cours des trois périodes, nous notons qu'au départ, elles participent à peu d'interactions et se retrouvent à l'origine des graphes (figures n°30, 32, 34, 36, 38). Puis leur groupement éclate : LY reste en général à l'origine ; LA vainc plus, attaque plus, est plus fuie, poursuit plus ; alors que LO est plus vaincue, plus approchée, plus attaquée, fuit plus, est plus poursuivie. Ceci s'explique par le fait que des relations significatives s'installent entre LA et LO (comportements d'attaque, de menace et de séquestration, comportements d'éloignement et de fuite), et que d'autres disparaissent entre LA et LY mais persistent entre LA et LO (victoires et défaites, comportements de poursuite). Il est à noter qu'aucune femelle n'a une relation significativement supérieure au hasard dans la classe des comportements d'approche.

Nous venons de voir que le mâle LA domine les autres mâles et que la femelle LA domine les autres femelles. Mais nous devons remarquer aussi que la situation évolue tout au long des trois périodes. Entre les mâles, LA doit défendre son titre contre LY durant la première et surtout la deuxième période, puis au cours de la troisième, il se bat particulièrement avec LO. Parmi les femelles, il y a peu de combats au début. Au cours de la deuxième période, LA devient plus agressive surtout envers LO, et cela dure pendant la troisième période. Il semble cependant qu'une hiérarchie linéaire (LA, LY, LO) s'installe dès le début. Ces changements peuvent être corrélés avec les différents stades de reproduction que représentent les périodes (première : femelles gestantes ; deuxième : femelles gestantes allaitantes ; troisième : femelles gestantes allaitantes et jeunes hors des nids). Pour les femelles, le changement a lieu au cours de la deuxième période. Nous avons déjà vu que la femelle allaitante chasse tous les rats qui sont à proximité de son nid (conférer III.3.3.6.). Cette augmentation de l'agressivité chez la femelle LA se focalise peut-être sur la femelle LO, d'autant plus que cette dernière s'installe dans un terrier proche de celui de la femelle LA (conférer VI.1.1.). Pour les mâles, le changement a lieu au cours de la troisième période, c'est-à-dire au moment où les ratons issus des premières portées sortent des nids et entrent en contact avec les autres rats du terrarium.

Figure n°36: pourcentages de comportements d'éloignement et de fuite
pour chaque rat au cours de la première partie de
l'expérimentation
(percentages of removal and flight behaviors during the first
part of the study)

pourcentage des fois où un
rat fuit un autre rat
(percentage of the times when a rat
takes a flight from an other rat)



pourcentage des fois où un rat est fui par un autre rat
(percentage of the times when other rats take a flight from a rat)

A partir de cette modification, nous pouvons penser que par la suite, lors de l'intégration à la hiérarchie sociale des rats devenant adultes, il doit y avoir d'autres changements importants. Nous soulignerons aussi le fait que les relations dans la classe des comportements, d'éloignement et de fuite sont rares et n'apparaissent vraiment qu'à la troisième période.

Tous les résultats que nous venons de voir sont obtenus en réalisant parallèlement deux méthodes : l'analyse des victoires et des défaites, l'analyse des comportements agressifs. Il est certain que les deux se recoupent : par exemple, les figures victoires et défaites et celles des comportements de poursuite, à un moindre degré celles des comportements d'attaque, menace et séquestration, sont similaires. Il faut avoir à l'esprit que dans nos conditions expérimentales (semi-liberté), les comportements agressifs se terminent souvent par de la poursuite ou de la séquestration (cette dernière, comme elle est associée à d'autres comportements, donne des figures plus divergentes). L'intérêt de la méthode vient aussi du fait que nous calculons une répartition théorique qui nous permet de séparer les relations qui peuvent s'expliquer par le hasard. Mais le calcul de cette répartition (conférer I.3.2.) étant dissymétrique, nous sommes obligés de faire la distinction entre LA attaque LO et LO est attaqué par LA. Cela complique l'interprétation ; mais heureusement, les deux sens sont souvent significatifs à la fois. Certains auteurs (120) ont préconisé la prise en compte que des seuls comportements de fuite pour étudier la hiérarchie sociale au sein d'un groupe de rongeurs. Nos travaux montrent bien que dans des conditions d'expérimentations telles que la semi-liberté, cela est tout à fait insuffisant : le nombre de relations significatives est très faible et au moins pendant les deux premières périodes, nous n'aurions pu, en se basant sur ce seul critère, découvrir la hiérarchie telle que nous l'avons établie.

En résumé, grâce à une méthode prenant en compte le plus grand nombre de critères possibles, nous montrons, au sein de la population de rats mis en place dans le tarrarium au début de notre essai, qu'il existe deux hiérarchies, une pour les mâles et une pour les femelles, réunies par des relations entre les deux sexes moins agressives que la laisserait supposer une répartition au hasard des actes agonistiques. La hiérarchie entre les mâles est à deux niveaux : celle entre les femelles, linéaire. Ces relations sociales évoluent avec le temps et en corrélation avec des événements de la reproduction.

1V.2. LA HIERARCHIE SOCIALE AU COURS DES AUTRES PARTIES DE L'EXPERIMENTATION

La hiérarchie sociale au cours des autres parties de l'expérimentation n'a pu être étudiée avec autant de précision que durant la première partie. Cela tient à l'augmentation considérable du nombre d'animaux, comme nous l'avons vu en étudiant l'évolution de la population (conférer II.1.) et à l'impossibilité de les marquer tous pour pouvoir les reconnaître individuellement. Cependant, nous dénombrons les interactions agonistiques durant nos observations au cours de la deuxième partie de l'essai et nous suivons le comportement de sept rats marqués au cours de la troisième.

Au cours de la deuxième partie de l'essai, nous faisons des observations de vingt-quatre heures d'affilée (conférer I.3.1.). Pendant cinq minutes toutes les dix minutes, nous notons le nombre d'interactions agonistiques. Les totaux de chaque observation sont donnés dans le tableau ci-dessous :

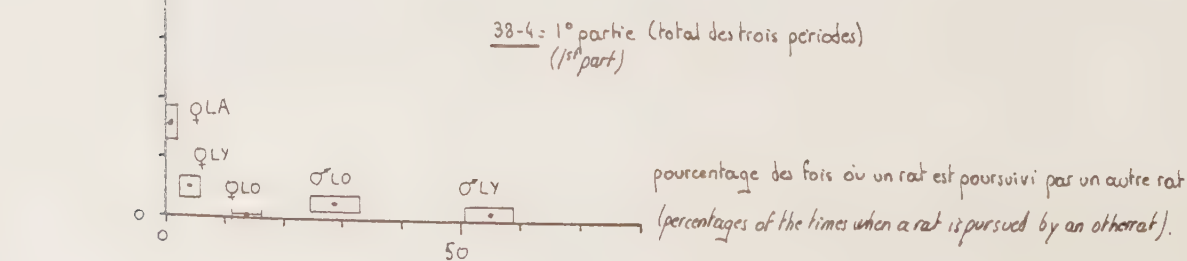
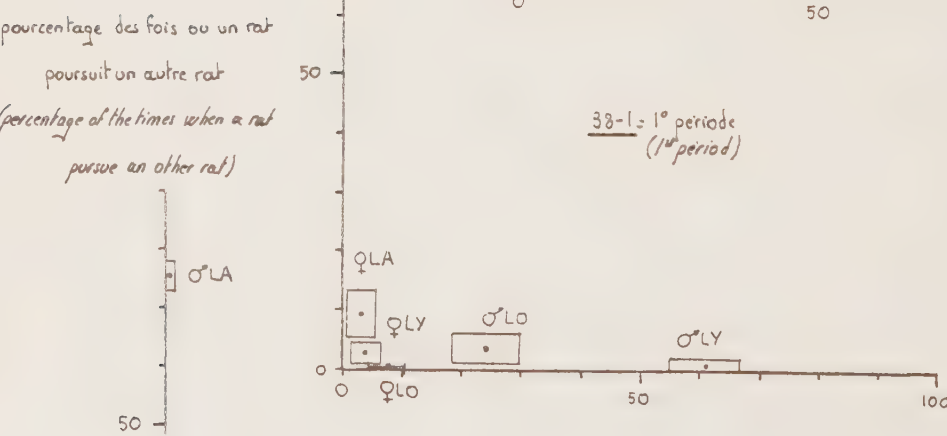
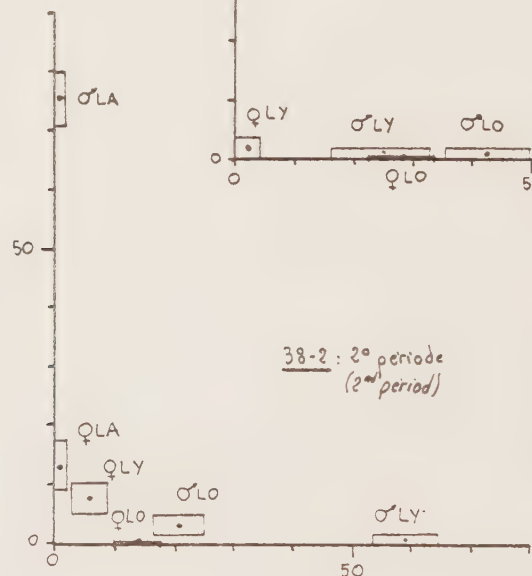
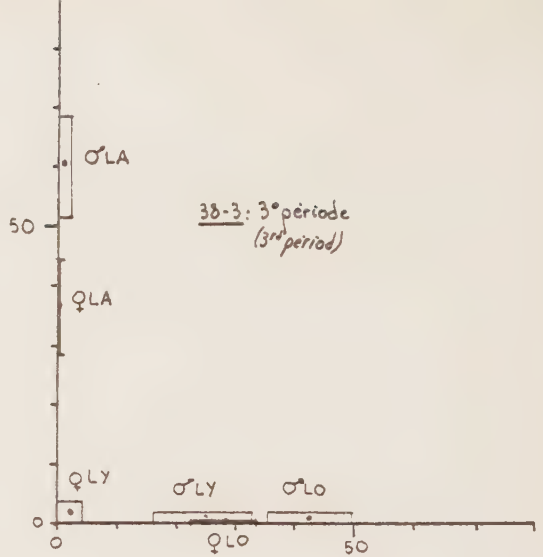
Interactions agonistiques au cours de la deuxième partie de l'expérimentation
(*agonistic encounters during the second part of the study*)

	Nombre d'interactions agonistiques	Nombre maximum de rats visibles
13-14/10/79	164	55
27-28/10/79	216	52
10-11/11/79	181	59
23-24/11/79	179	66
8- 9/12/79	161	73
22-23/12/79	138	80
5- 6/ 2/80	167	68

En les comparant avec le nombre maximum de rats visibles, nous nous apercevons que mis à part l'observation du 13.14 octobre 1979, le nombre d'interactions agonistiques diminue avec l'augmentation du nombre maximum de rats visibles. Il semble donc qu'en semi-liberté, la surpopulation ne s'accompagne pas d'une "suragressivité". Mais ces résultats ne nous indiquent pas comment se répartissent les interactions entre les animaux.

Le 18 mars 1980, un certain nombre d'animaux sont piégés (conférer II.1.). Sept sont marqués (décoloration du poil) et relâchés le jour suivant. Ce sont mâle 1, mâle 2, femelle 3, mâle 4, femelle 5, femelle 6, mâle 7. Chacun est suivi durant quatre demi-nuits (deux en début de nuit, deux en fin) et pendant cinq minutes toutes les dix minutes, tous ses comportements sont notés, entre autres ses victoires ou défaites, ses comportements agressifs. Les résultats sont visualisés sur les graphes de la figure n° 40 ; ce sont les valeurs absolues et non les pourcentages, comme au IV.1. qui sont inscrits. Pour les victoires et défaites, les comportements d'éloignement et de fuite, les comportements de poursuite, les rats marqués ont des scores voisins de zéro, sauf le mâle 2 qui totalise 24 défaites et 14 victoires, fuit 13 fois et est fui 6 fois, poursuit 8 fois et est poursuivi 6 fois, ainsi que le mâle 1 pour les comportements d'éloignement et de fuite, où il fuit 26 fois et est fui 7 fois. Pour les comportements d'approche et de reconnaissance, les animaux ont des scores assez différents mais cette fois-ci, ce sont encore les mâles 1 et 2 qui se distinguent par un nombre élevé d'approche. Pour les comportements d'attaque, de menace et de séquestration, les rats sont assez regroupés, sauf le mâle 2 qui attaque un peu plus qu'eux, mais qui est surtout beaucoup plus attaqué que les autres. La répartition des interactions est donc hétérogène. Nous sommes en présence de cinq animaux qui font peu d'interactions et dont la place dans la hiérarchie sociale est difficile à définir ; ce sont les mâles 4 et 7 et toutes les femelles. Le mâle 1 se caractérise par une tendance à approcher les autres rats, mais aussi à fuir (essentiellement le 21 mars 1980, où par 18 fois, il s'approche de l'abreuvoir et recule sans que nous puissions attribuer sa crainte à un quelconque rat). Le mâle 2 se distingue des autres rats marqués ; ce n'est pas un dominant, mais il participe à un certain nombre d'interactions et pourrait avoir une place semblable à celle du mâle LY dans la première partie de l'expérimentation (conférer IV.1.).

Figure n° 38: pourcentages de comportements de poursuite pour
chaque rat au cours de la première partie de
l'experimentation
(percentages of pursuit behaviors for each rat during
the first part of the study)



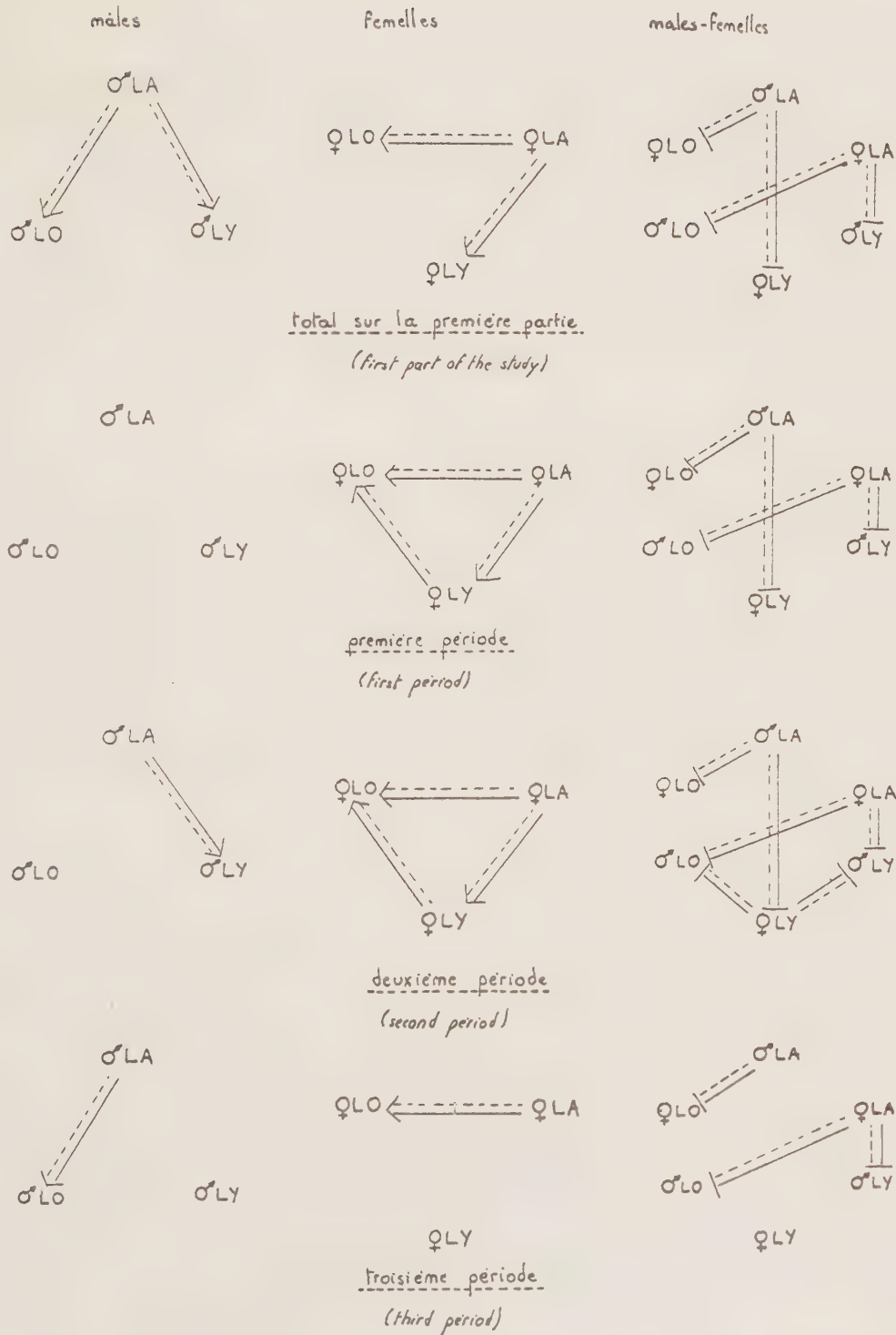


figure n° 39 : les comportements de poursuite au cours de la première partie de l'expérimentation
relations significatives
 (the pursuit behaviors during the first part of the study: significant relations)

Ces observations suggèrent que l'accroissement du nombre d'individus n'augmente pas nécessairement la quantité de rencontres agonistiques. Le stress dû à la surpopulation, observé chez certains rongeurs (19) ne semble donc pas obligatoirement, chez *Rattus Norvegicus*, lié à une augmentation des combats. De plus, les observations de la troisième partie de l'expérimentation montrent qu'il existe un certain nombre d'animaux qui ne font que peu, voire pas du tout, d'interactions avec leurs congénères. Il nous faut cependant noter que nous travaillons dans un espace clos empêchant les échanges d'animaux avec d'autres groupes de rats, et que dans la nature, par le jeu des émigrations et des immigrations, la hiérarchie sociale est peut-être plus souvent remise en cause.

Nous venons de voir comment, dans le terrarium, s'organise la hiérarchie sociale. Nous allons essayer d'en dégager maintenant les répercussions.

IV.3. LES REPERCUSSIONS DE LA HIERARCHIE SOCIALE

Dans les analyses qui précèdent, nous avons particulièrement basé l'étude de la hiérarchie sociale sur les interactions agonistiques. Si les relations sociales impliquent de telles manifestations dans la majorité des cas (manifestations très visibles et très nombreuses chez *Rattus norvegicus*), il convient cependant de ne pas confondre agressivité et rang social (30). Ce dernier affecte tous les domaines de la vie de l'animal : alimentation, reproduction, rythmes biologiques, territoire. Par contre, la première est un caractère individuel indépendant (c'est pour cela que nous étudions les relations significativement différentes d'une répartition théorique, et pas seulement le taux observé). La hiérarchie sociale, si elle crée des différences entre les individus au sein d'une même population, a aussi des effets importants, souvent bénéfiques, au niveau du groupe.

En nous aidant particulièrement de la recherche bibliographique faite par BOUISSOU (30), nous verrons les répercussions de la hiérarchie sociale chez les mammifères et nous en retiendrons les points qui peuvent nous permettre, à titre d'hypothèse, d'expliquer ce que nous observons dans le terrarium.

Les conséquences sur l'alimentation sont connues chez les bovins et les porcins. Les bovins dominés mangent moins que les dominants. Un porc mâle castré, mis avec une femelle, la domine et croît plus vite ; alors que séparés, c'est la femelle qui croît le plus. Le mâle dominant d'*Apodemus sylvaticus* dans de petits groupes de mâles a un accès prioritaire à la nourriture (120). Chez *Rattus rattus mindanensis*, les interactions sociales aux postes d'appâtage dérangent les animaux qui mangent et diminuent la quantité ingérée ; mais si de nombreux petits postes d'appâtage sont offerts, le nombre d'interactions agonistiques diminue et la quantité ingérée augmente (141). Dans une colonie de *Rattus norvegicus albinos*, il n'y a pas de dominance pour la nourriture (12). Les répercussions de la hiérarchie sociale sur l'alimentation sont peu nettes dans notre expérimentation. Si durant la première partie, les dominants (femelle LA envers les autres rats, mâle LA envers les autres mâles) chassent parfois les autres individus de la mangeoire, durant les deuxième et troisième parties, de nombreux rats mangent ensemble, serrés les uns contre les autres et nous n'observons pas de prédisposition aux conflits à cet endroit. Nous remarquons cependant que de nombreux rats ne participent pas alors aux interactions sociales et que ceux qui y participent ne peuvent pas parfois accéder à la mangeoire ou à l'abreuvoir (par exemple mâle 1 qui le 21 mars 1980 fuit de nombreuses fois l'abreuvoir).

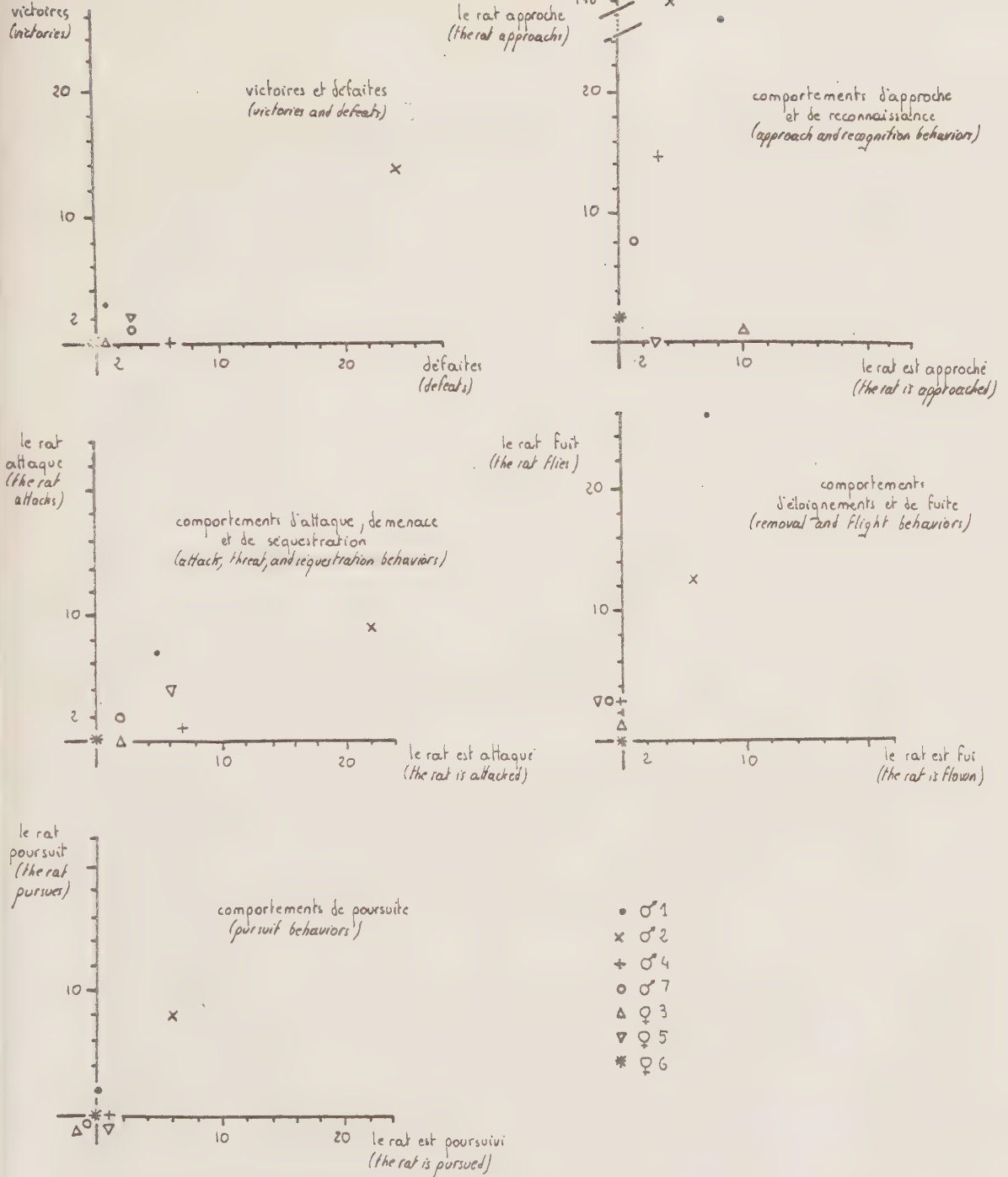


Figure n°40: nombre de victoires et défaites ainsi que de comportements agressifs
des rats marqués au cours de la troisième partie de l'expérimentation
 (amount of victories and defeats, and aggressive behaviors for the marked rats
 during the first part of the study)

Les conséquences sur la reproduction sont controversées. Chez les ovins, le mâle dominant s'accouple plus et peut éloigner un dominé ; une femelle dominante peut détourner un mâle d'une femelle inférieure. Chez certaines espèces de singes, la stratégie par laquelle les mâles dominants manifestent leur aptitude génétique ne consiste pas à produire un maximum de petits mais à augmenter la chance de survie de ceux du groupe dont tous les leurs ; les mâles dominés qui vont de groupe en groupe ne sont pas sûrs que leurs descendants seront tous élevés(26). Chez *Apodemus sylvaticus*, le mâle dominant a une priorité d'accès à la femelle étrangère introduite dans un petit groupe de mâles (120). Chez *Rattus norvegicus*, les mâles ne se battent pas pour une femelle en oestrus ; celle-ci augmente juste leur agressivité (17) ; les femelles dominées sont de mauvaises mères. Durant la première partie de l'expérimentation, mâle LA tente de repousser les autres mâles des femelles en oestrus, mais il n'y parvient pas, et toutes les femelles sont montées par tous les mâles. Pendant les autres parties de l'essai, de nombreux rats participent aux poursuites sexuelles ; mais nous ne pouvons pas reconnaître si ce sont toujours les mêmes qui montent la femelle et s'il n'y a que les dominants qui le font. Ceci ne veut pas dire que les descendants ne soient pas issus en majorité du mâle dominant ; en majorité, car des travaux sur souches de laboratoire montrent que la portée d'une femelle peut être issue de plusieurs mâles (2, COSNIER communication personnelle). Par ailleurs, la femelle LO dominée ne revient pas en gestation à la fin de la première partie de l'essai et au piégeage final, le nombre de femelles gestantes est faible. Un rang social peu élevé entraînerait une baisse du taux de fertilité (nombre de mises bas divisé par le nombre de femelles montrées) plus peut-être que le taux de prolificité (nombre de ratons divisé par le nombre de mises bas).

Les conséquences sur les rythmes biologiques existent. Chez *Peromyscus maniculatus*, les mâles dominés répartissent leur activité durant le nyctémère en fonction de celle des dominants et du taux de surpopulation(fig.41): lors de forte densité, les pics d'activité dans la roue et d'alimentation se détachent nettement du pic de métabolisme chez les dominés (63-64). Chez *Rattus norvegicus* en semi-liberté, les dominants (mâles ou femelles) ont toujours plus de temps d'activité que de repos (13) et certains auteurs nomment dominant le mâle qui est le plus souvent hors de son nid (21). Lorsque nous étudierons les rythmes d'activité dans notre expérimentation, nous montrerons que les rats qui participent aux interactions sociales (mâle 2 et à un moindre degré mâle 1), lors de la troisième partie) ont un taux d'activité supérieur à 50 p.100 durant la première moitié de la nuit. L'absence de rythmes bien marqués à l'intérieur de la nuit pour certaines activités (manger, boire) peut être due à une répartition de tous ces comportements dans la phase obscure par les dominés qui évitent les dominants, comme chez *Peromyscus maniculatus*.

Le territoire semble très lié avec la hiérarchie sociale. La femelle lapin dominante occupe les meilleurs territoires. Chez la souris, l'aptitude plus grande du dominant à être conditionné (appui sur un levier) en présence du dominé semble due au contrôle du territoire(109). Chez *Apodemus sylvaticus*, l'activité et l'agressivité du dominant augmentent lors de l'introduction d'un intrus dans le groupe de mâles (120). Chez *Rattus norvegicus*, la hiérarchie sociale est sûrement liée à une lutte pour le territoire (18). Dans les habitats favorables, les animaux de cette espèce ont une croissance rapide et atteignent un poids élevé qui leur assure la victoire dans les combats et donc un rang social élevé ; ces dominants maintiennent les autres dans des zones marginales, moins favorables, où ils ont une croissance faible et sont dominés (34). En semi-liberté, un mâle *Rattus norvegicus* dominant augmente son territoire en repoussant les autres animaux dans un "terrier de confinement"(13). Dans nos travaux, nous n'observons de comportements que l'on puisse relier directement à un territoire ; en particulier, nous n'observons pas de "terrier de confinement".

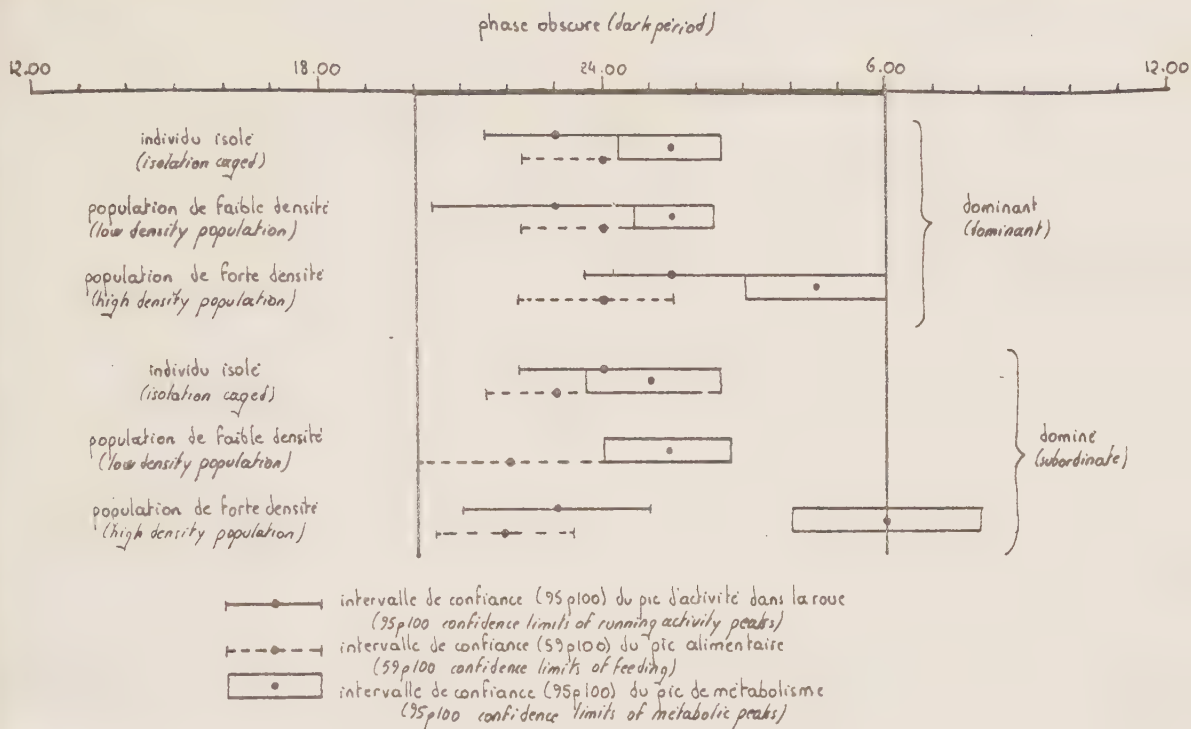


Figure n° 41 : différences entre les rythmes circadiens des dominants et des dominés chez *Peromyscus maniculatus* (d'après 63 et 64)
(differences between circadian timing of dominant and subordinate *Peromyscus maniculatus*)

Le stress social est la conséquence la plus spectaculaire de la dominance. Il modifie l'activité des surrénales, de la thyroïde, de l'appareil reproducteur et peut expliquer la mort des dominés (19). Le mâle dominant, chez *Apodemus sylvaticus*, a toujours un bon état physiologique (120). Chez *Peromyscus maniculatus*, la réaction physiologique, lors de rencontres agonistiques, est variable en fonction de la place dans la hiérarchie sociale (Figure 42) : le dominant voit sa température augmenter puis décroître, le dominé diminuer, croître, baisser et se stabiliser (7). Chez *Tupaia belangeri*, un animal dominé, exposé à un stress social permanent (vision d'un dominant), meurt de lésions rénales dues au stress social (84). Dans de petites colonies de *Rattus norvegicus* sauvages, les dominants gagnent du poids, tandis que les dominés en perdent et meurent ; cependant, certains dominés peuvent en gagner (21) (conférer I 16). Ce phénomène s'observe aussi dans notre terrarium où, par exemple, la femelle L0 dominée, en fin de première partie de l'essai, reste petite, le poil piqué. Au cours des autres parties, nous n'étudions pas précisément ce problème, car nous ne possédons pas de schéma complet de la structure sociale. Cependant, les rats qui attirent notre attention par la réalisation de poursuites, de séquestrations sont souvent très gros et ont le poil brillant.

L'organisation sociale, favorisant certains individus, les dominants, défavorisant d'autres, les dominés, a des conséquences importantes pour le groupe. Dans les bandes de singes, elle permet une meilleure défense contre les prédateurs, car l'attention des individus est constante envers le dominant. Le comportement de dominance-subordination a comme effet de fermer le groupe social (tout étranger est attaqué et rejeté) ainsi que de limiter les agressions à l'intérieur du groupe.

Le temps est une dimension biologique. Il existe chez les organismes des phénomènes bio-périodiques. Ces rythmes peuvent être rapides (quelques secondes) ou lents (jour, mois, année). Suivant qu'ils dépendent dans leur périodicité de facteurs externes ou non, ces rythmes sont dits exogènes ou endogènes. Les facteurs externes agissent comme déclencheurs ou comme "synchronisateurs" de rythmes internes. "Un synchronisateur" important est le rythme photophase-scotophase qui, chaque jour, synchronise l'activité avec l'alternance lumière-obscurité. D'autres facteurs, comme la distribution de l'aliment durant une courte période, les bruits dans les bâtiments où sont élevés les animaux, etc..., peuvent devenir des "synchronisateurs" et prédominer sur les effets de la succession jour-nuit.

Durant notre expérimentation, nous étudions :

- les rythmes circadiens d'activité,
- les rythmes circadiens de l'alimentation et de la boisson,
- les rythmes circadiens et circamensuels du comportement sexuel,
- les rythmes circadiens de diverses activités comme les rencontres agonistiques, etc...

Nous travaillons sur les animaux groupés au sein du terrarium, soit individualisés (première et troisième partie), soit tous confondus (deuxième partie). Nous dressons des actogrammes pour chaque observation. Ils figurent dans les annexes n° 8 - 9 - 10 - 11.

V.1. LES RYTHMES CIRCADIENS D'ACTIVITE

Les rythmes circadiens d'activité correspondent à l'estimation au cours de la journée, du degré d'activité des animaux. Cette dernière notion est assez floue. Elle dépend des méthodes d'observation et des paramètres retenus. Nous donnerons donc, dans un premier temps, la définition que nous avons employée et nous exposerons nos résultats que nous comparerons, enfin, à des données bibliographiques.

V.1.1. Les résultats expérimentaux obtenus dans le terrarium

Notre expérimentation est divisée en trois parties. Pour chacune d'elle, des méthodes légèrement différentes nous ont permis d'étudier les rythmes. Cependant, la définition de "activité" est restée la même.

Un rat est actif s'il est visible, s'il ne se repose pas et s'il ne se toilette pas durant cinq minutes d'affilée. Nous incorporons cette dernière proposition car les longues périodes de toilette prenant place avant et après le repos correspondent à des périodes où le rat est peu sensible à ce qui se passe autour de lui (conférer III.1.1.)

Tout au long de l'exposé de nos résultats, nous utiliserons trois types d'heures : l'heure locale marquée HL, l'heure après le début du coucher du soleil C, l'heure après le début du lever du soleil L. Les heures données sans lettre à leur suite indiquent des durées.

V.1.1.a. La première partie de l'essai

Au cours de la première partie de l'essai, nous observons six rats adultes (trois mâles et trois femelles : mâle LA et femelle LA provenant de la reproduction au laboratoire ; mâle LY et femelle LY piégés dans la ville de LYON ; mâle LO et femelle LO capturés dans le département du Loiret, conférer II.2.1.) dans le terrarium. Ces animaux sont marqués et peuvent être ainsi individualisés. Nous réalisons une observation de quarante huit heures (du 8 mars 1979 - J 27 - 11.30 HL au 10 mai 1979 - J 29 - 11.30 HL) durant laquelle, toutes les cinq minutes, le nombre de rats actifs est relevé (annexe 8).

Pendant ces deux jours, l'activité globale dans le terrarium est la suivante. De 1.00 L à 11.00 L, l'activité est très réduite (correspondant souvent à des activités "métaboliques" : manger, boire, défécation). Puis, jusqu'au coucher de soleil, durant 5.00, il y a de l'activité surtout pour les mâles LA et LY, ainsi que la femelle LA. Entre 0.30 C et 1.30 C, il y a le premier pic d'activité correspondant à la sortie de tous les animaux. Puis, le nombre d'animaux actifs diminue entre 2.00 C et 3.00 C, pour réaugmenter un peu entre 3.00 C et 4.30 C. Un dernier pic d'activité peu marqué existe entre 7.00 C et 8.00 C. Le début du lever du soleil entraîne une chute de l'activité jusqu'à une valeur nulle en 1.00 L.

Si nous étudions les rats individuellement, nous remarquons que les mâles LA et LY sortent le plus tôt, vers 16.30-17.30 HL, c'est-à-dire l'heure à laquelle les gens partent du laboratoire, l'heure à laquelle les locaux deviennent plus calmes. Ces animaux sortent jusque vers la moitié de la nuit, puis par la suite sortent plus rarement. Le mâle LA est presque tout le temps actif tandis que le mâle LY a un schéma d'activité plus morcelé. La femelle LA présente le premier jour deux périodes d'activité, tandis que le second jour son activité est plus restreinte mais semble correspondre à la première période qui prend place fin de l'après-midi début de la nuit. Les trois autres rats ont une activité beaucoup plus nocturnes. Elle commence environ à 1.00 C et correspond au premier pic d'activité noté précédemment, Elle se continue jusqu'au lever du jour. Nous noterons cependant qu'en fin d'après-midi ces animaux sortent un peu, en particulier la femelle LY. Ce sont les animaux provenant du Loiret (qui sont au laboratoire depuis peu de temps) qui ont le cycle d'activité cadrant le plus avec la scotophase.

Durant ces deux jours, si l'activité générale est de façon prépondérante nocturne, il existe cependant un peu d'activité dans le courant de l'après-midi et certains animaux sont actifs dès la fin de l'après-midi.

V.1.1.b. La deuxième partie de l'essai

Au cours de la deuxième partie de l'essai, nous observons entre cinquante-deux et quatre-vingts rats dans le terrarium. Les animaux ne sont pas marqués et ne peuvent être individualisés. Nous pouvons cependant les différencier par leur taille (conférer I.3.2.).

Six observations de 24.00 sont réalisées à 15 jours d'intervalles entre J 185 et J 241. Une septième est faite à J 252 - J 253. Dans l'annexe n° 11-A, nous représentons le nombre maximum d'animaux actifs comptés en une fois au cours de cinq minutes ; mesure faite toutes les dix minutes. Le nombre de rats visibles se reposant ou se toilettant sur une longue période est aussi indiqué (annexes 11-B et 11-C). Les changements d'observateurs et les accidents (tels que les bruits extérieurs) pouvant modifier l'activité des animaux sont repérés par les symboles c et a en bas des graphes.

Nous décrirons l'activité au cours de chaque observation, puis nous en dégagerons un schéma général.

Le 13 octobre 1979 nous débutons l'observation à 6.50 L. L'activité est faible jusqu'à 10.50 L. A ce moment-là, il y a un peu plus d'activité jusqu'à 11.30 L. Puis, dès le début de la nuit (après 11.50 de jour) l'activité croît rapidement jusqu'à 0.50 C où elle atteint un pic de 45 rats, le plus élevé de toute la nuit. Par la suite, elle retombe légèrement et se maintient entre 20 et 30 rats jusqu'à 11.50 C. Il semble qu'entre 8.00 C et 10.00 C elle soit un peu plus faible. A 11.50 C elle remonte pour atteindre un pic (le dernier) de 42 rats à 11.30 C. Elle décroît alors doucement puis rapidement dès 0.00 L. Il n'y en a plus entre 2.45 L et 3.40 L. Puis elle reprend un peu.

Le 27 octobre 1979 nous débutons l'observation à 6.30 L. L'activité est faible jusqu'à 9.50 L. Elle croît ensuite, doucement puis brusquement à partir de 0.20 C, pour atteindre un pic à 0.40 C (47 rats). Puis elle décroît entre 1.20 C et 3.30 C ; augmente alors, atteignant parfois presque la valeur du premier pic, jusqu'à 7.40 C ; présente une phase faible jusqu'à 10.40 C ; augmente à nouveau jusqu'à 12.00 C (pic de 54 rats actifs) ; puis décroît avec une chute brusque à 0.10 L. L'activité est presque nulle vers les 1.40 L, mais il continue à y avoir quelques individus actifs dont le nombre augmente légèrement vers la fin de l'observation.

Le 10 novembre 1979, nous débutons l'observation à 3.50 L. L'activité est très faible. Elle augmente légèrement à 7.30 L, puis brusquement à 0.25 C. Elle atteint un pic de 58 rats à 0.45 C (pic le plus élevé de toute la nuit). Ensuite elle décroît d'un coup, puis doucement jusqu'à 10.35 C, avec cependant une période d'activité plus intense entre 3.55 C et 7.05 C. L'activité reprend en fin de nuit et atteint un pic de 45 rats à 11.45 C, décroît et atteint un nouveau pic de 34 rats à 13.05 C. Ce dernier pic est plus faible que l'avant dernier ; ceci s'explique peut-être par le fait que l'un des observateurs enregistre des scores plus forts parmi les rats qui se toilettent, que le précédent. L'activité décroît brusquement à 0.15 L et s'arrête à 1.10 L. Il y a cependant quelques rats actifs jusqu'à la fin de l'observation.

Le 23 novembre 1979, nous débutons l'observation à 8.35 L. L'activité est légèrement importante et décroît. Elle présente une augmentation brusque à 0.20 C. Elle atteint un maximum de 63 rats à 0.50 C. Par la suite se succèdent une période de faible activité, de 1.40 C à 5.00 C, une période d'activité plus intense, de 5.00 C à 7.40 C avec un pic bien individualisé (5.20 C, 53 rats) et enfin une nouvelle période d'activité plus faible. A 9.20 C une quinte de toux de l'observateur déprime la courbe d'activité. Celle-ci semble repartir vers les 11.00 C et présente deux pics (12.40 C, 13.40 C) nettement plus faibles que ceux du début de la nuit (36 rats tous les deux). L'activité chute brusquement à 0.25 L et s'annule à 1.20 L. Puis, elle augmente progressivement jusqu'à la fin de l'observation.

Le 8 décembre 1979, nous débutons l'observation à 8.20 L. L'activité augmente brutalement à 0.20 C. Le premier pic de d'activité (71 rats) est atteint à 1.00 C. Par la suite la courbe présente quatre maximums séparés par trois minimums dont le premier semble dû au changement d'observateur et le dernier peut-être aussi. Entre 9.50 C et 12.40 C l'activité est relativement faible. Puis, elle augmente par la suite et atteint un dernier pic à 14.20 C (45 rats) inférieur à ceux du début de la nuit. Le décroissement d'activité s'accélère brusquement à 0.05 L. La courbe devient minimum à 1.25 L. Elle reste ainsi jusque vers le début de l'après-midi, où alors, elle augmente un petit peu.

Le 22 décembre 1979, nous débutons l'observation à 2.30 L. L'activité est faible jusqu'à 8.30 L. Alors elle augmente, d'abord doucement, puis brusquement à 0.25 C. Le pic de 62 rats est atteint à 1.05 C. Par la suite, l'activité décroît légèrement jusqu'à une quarantaine de rats, puis descend brusquement jusqu'à 4 rats à 4.05 C. Elle repart et monte plus ou moins régulièrement jusqu'à 14.35 C où elle atteint 53 rats. Elle chute rapidement à partir de 0.05 L, jusqu'à 1.30 L. Elle reste alors faible jusqu'à la fin de l'observation.

Le 5 février 1980, nous débutons l'observation à 5.15 L. L'activité est faible jusqu'à 10.05 L. Elle augmente alors, mais surtout à partir du début du crépuscule (0.00 C). Elle atteint deux pics de 83 rats à 0.40 C et 1.20 C. Puis, l'activité augmente encore à 3.00 C et présente plusieurs pics dépassant 90 rats. Cependant, ces pics correspondent à des dépressions dans les diagrammes des rats en repos et des rats se toilettant pendant plus de cinq minutes d'affilée et ne sont peut-être que des artéfacts. Il reste cependant visible que durant cette période (3.00 C à 5.30 C) l'activité est très importante. Elle décroît après jusqu'à une trentaine de rats, niveau se maintenant entre 10.50 C et 11.30 C. Puis, elle augmente à nouveau et présente quatre valeurs au-dessus de 60 rats à 11.50 C, 12.20 C, 12.50 C et 13.20 C. Ensuite, elle décroît à partir de 0.05 L jusqu'à 1.25 L et reste faible jusqu'à la fin de l'observation.

Après la description des actogrammes, nous voyons qu'il existe des événements particuliers que l'on retrouve dans presque toutes les observations. Ce sont :

l'augmentation légère d'activité en fin de photophase (les 23-24 novembre 1979 et 8-9 décembre 1979, les observations ont commencé trop tard pour l'apercevoir),

l'augmentation brusque d'activité en début de crépuscule, le premier pic d'activité,

le dernier pic d'activité (moins bien individualisé les 5-6 février 1980 : il y a deux pics de 65 et 63 rats, respectivement à 12.20 et 12.50. Dans les tableaux qui suivent nous avons fait les calculs avec les deux valeurs ; ceux correspondant à la seconde sont marqués *),

la diminution brusque d'activité au début de l'aube,

la fin d'activité en début de photophase.

Le tableau ci-après indique pour ces divers événements l'heure d'apparition par rapport au début du crépuscule ou au début de l'aube (temps en heures et minutes).

Observation	Par rapport au début du crépuscule			Par rapport au début de l'aube		
	Augmentation en fin de photophase	Augmentation brusque	Premier pic d'activité	Dernier pic d'activité	Diminution brusque	Fin de l'activité
13-14/10/79	- 1.00	+ 0.00	+ 0.50	- 0.40	+ 0.00	+ 1.10
27-28/10/79	- 1.20	+ 0.20	+ 0.40	- 0.50	+ 0.10	+ 1.40
10-11/11/79	- 2.50	+ 0.25	+ 0.45	- 0.35	+ 0.15	+ 1.10
23-24/11/79	-	+ 0.20	+ 0.50	- 0.35	+ 0.25	+ 1.20
8-9 /12/79	-	+ 0.20	+ 1.00	- 0.25	+ 0.05	+ 1.25
22-23/12/79	- 0.40	+ 0.25	+ 1.05	- 0.15	+ 0.05	+ 1.30
5-6 /02/80	- 0.30	+ 0.00	+ 0.40	- 1.05	+ 0.05	+ 1.25
				- 0.35*		
Moyennes très variables + 0.15,7 $\pm$ 10,8						
				- 0.37,9 $\pm$ 16,3	+ 1.22,9 $\pm$ 10,8	
				+ 0.50 $\pm$ 9,6	+ 0.09,3 $\pm$ 8,4	
				- 0.33,6 $\pm$ 11,1*		

horaires de quelques événements de l'activité globale durant la deuxième partie de l'expérimentation.

(time table of some events of the global activity during the second part of the study)

Nous constatons que, mis à part l'augmentation de l'activité en fin de photophase, les événements considérés ont lieu à des heures assez fixes ; l'intervalle de confiance est faible et est environ de 10 minutes, intervalle entre deux comptes successifs.

Le calcul du rapport entre la durée de la scotophase et l'intervalle de temps entre le premier et le dernier pic d'activité est fait ci-dessous :

Observation	A Durée de la scotophase	B Intervalle entre le premier et dernier pic d'activité	A — B
13-14/10/79	12.05	10.50	1,12
27-28/10/79	12.50	11.20	1,13
10-11/11/79	13.40	12.20	1,11
23-24/11/79	14.15	13.00	1,10
8-9 /12/79	14.45	13.20	1,11
22-23/12/79	14.50	13.35	1,10
5-6 /02/80	13.25	11.40	1,15
		12.10*	1,10*

moyenne 1,12 $\pm$ 0,02

activité et durée de la nuit durant la deuxième partie de l'expérimentation
activity and duration of the night during the second part of the study) 1,11 $\pm$ 0,01*

Ce rapport est très fixe. Il semble donc que le rat organise son activité en fonction de la durée de la scotophase et de façon très précise.

Nous pouvons résumer cette organisation comme suit : l'activité est faible durant la photophase et commence à augmenter en fin d'après midi. Dès le début du crépuscule ($+ 0.15,7 \pm 10,8$) elle croît fortement pour atteindre un premier pic peu de temps après ($+ 0.50 - 9,6$). Par la suite, l'activité est plus irrégulière d'une observation à l'autre : elle semble forte durant la première moitié de la scotophase, plus faible durant la seconde. En fin de nuit, l'activité reprend pour atteindre un dernier pic peu avant le début de l'aube ($- 0.37,9 \pm 16,3$). Elle diminue alors doucement puis brusquement dès le lever du jour ($+ 0.09,3 \pm 8,4$) pour atteindre un niveau très bas ($+ 1.22,9 \pm 10,8$) qui se maintient jusque vers la fin de la photophase.

I.1.1.c. La troisième partie de l'essai

Au cours de la troisième partie de l'essai, nous observons sept rats marqués, parmi tous les rats présents dans le terrarium (conférer II.1. et IV.2.). Nous notons durant cinq minutes, toutes les dix minutes (cycle d'observation), les rats marqués qui sont actifs. Les observations portent sur des demi-nuits (conférer annexe n° 4) : sept premières moitiés de nuit et sept secondes moitiés. Les résultats sont consignés dans l'annexe n° 9, où sont hachurés les cycles durant lesquels les rats sont actifs.

Nous analyserons, dans un premier temps, le taux global d'activité et sa répartition en fonction des demi-nuits ; puis, nous étudierons le schéma d'activité de chaque rat au sein de ces demi-nuits.

Le tableau n° 7 indique, pour chaque rat, le pourcentage de périodes actives par rapport au total des périodes d'observations. Il existe de grandes différences dans les durées d'activité entre chaque rat. Globalement, le mâle 2 est plus actif que tous les autres rats ; le mâle 4 l'est plus que le mâle 7 et les femelles 5 et 6 ; le mâle 1 l'est plus que le mâle 7 et la femelle 6 ; les femelles 3 et 5 et le mâle 7 le sont plus que la femelle 6. Lorsque nous comparons le pourcentage de périodes actives entre les demi-nuits, nous relevons les différences suivantes : seul le mâle 2 présente une activité supérieure à 50 p. cent durant la première et la seconde moitié de la nuit, mais son activité est moindre durant la seconde. Le mâle 1 a lui aussi une activité supérieure à 50 p. cent durant la première moitié, mais inférieure à 30 p. cent durant la seconde. Les autres rats ne présentent pas de différence d'activité entre les deux moitiés de la nuit. Le mâle 4 et les femelles 3 et 5 ont une activité comprise entre 50 et 30 p. cent, la femelle 6 une activité inférieure à 30 p. cent. Il est à noter que les mâles 1 et 2 qui ont une certaine participation dans les relations sociales (conférer IV.2.) ont une activité durant la première moitié de la nuit supérieure à 50 p. cent et supérieure à celle de la deuxième moitié, alors que les autres rats ne présentent pas de différence entre les demi-nuits et ont une activité inférieure à 50 p. cent.

L'étude du schéma d'activité est rendue difficile par la séparation des observations en demi-nuits faites à des jours différents.

		Mâle 1	Mâle 2	Femelle 3	Mâle 4	Femelle 5	Femelle 6	Mâle 7
Premières moitiés de nuit	19/3	58,3	63,9	25,0	50,0	16,7	5,6	33,3
	23/3	42,9	51,4	51,4	45,7	37,1	8,6	45,7
	24/3	54,3	82,9	45,7	28,6	48,6	8,6	45,7
	29/3	58,8	79,4	44,1	41,2	35,3	20,6	29,4
	30/3	52,9	64,7	62,9	85,3	20,6	20,6	32,4
	31/3	82,4	100,0	26,5	41,2	35,3	11,8	29,4
	1/4	47,1	55,9	14,7	35,3	52,9	5,9	47,1
Moyenne des premières moitiés		56,6 ± 6,4	71,1 ± 5,3	37,2 ± 6,2	46,7 ± 6,4	35,1 ± 6,2	11,6 ± 4,1	37,6 ± 6,2
Deuxièmes moitié de nuit	21/3	46,7	73,3	50,0	30,0	33,3	16,7	26,7
	26/3	14,3	46,4	25,0	53,6	17,9	7,1	21,4
	28/3	19,9	53,6	46,4	42,9	32,1	17,9	25,0
	3/4	18,5	44,4	18,5	18,5	29,6	18,5	14,8
	4/4	7,4	59,3	48,1	55,6	40,7	22,2	22,2
	5/4	15,4	50,0	23,1	46,2	46,2	11,5	23,1
	6/4	23,1	57,7	38,5	53,8	50,0	19,2	19,2
Moyenne des deuxièmes moitiés		20,8 ± 5,9	55,2 ± 7,2	35,9 ± 6,9	42,7 ± 7,2	35,4 ± 6,9	16,1 ± 5,3	21,9 ± 6,0
Moyenne totale		40,8 ± 4,7	64,1 ± 4,6	36,6 ± 4,6	44,9 ± 4,8	35,3 ± 4,6	13,6 ± 3,3	30,6 ± 4,4

Tableau n°7 : pourcentage des périodes actives des rats marqués par rapport au total des périodes d'observations pendant la troisième partie de l'expérimentation.

(pourcentage of active periods of marked rats during the third period of the study)

Nous constatons cependant les faits suivants (annexe n° 9). Tout d'abord, durant la première moitié de la nuit, le mâle 1 présente une seule période d'activité après le coucher du soleil, assez longue mais plus ou moins morcelée (c'est-à-dire entrecoupée d'un, deux ou trois cycles d'observations où l'animal n'est pas actif) ; parfois une deuxième période est visible à la fin de la première moitié de la nuit. Le mâle 2 est actif durant une très longue période. La femelle 3 a une période d'activité avant le coucher du soleil, une juste après et une troisième à la fin. Le mâle 4 présente, en général, deux périodes d'activité ; cependant, une fois, il en a présenté une longue et une autre fois trois. La femelle 5 a un schéma d'activité identique à celui de la femelle 3. La femelle 6 a deux brèves périodes sans trop de rapport avec le coucher du soleil. Le mâle 7 présente deux périodes d'activité, la première au coucher du soleil. En général, tous les rats marqués sortent durant la première heure de la scotophase. La deuxième moitié de la nuit peut être analysée comme suit : le mâle 1 présente une période d'activité au milieu de cette demi-nuit et assez souvent au lever du jour. Le mâle 2 possède deux périodes d'activité assez étendues. La femelle 3 a un schéma très morcelé ou deux périodes d'activité : au milieu de la moitié de la nuit et au lever du jour. Le mâle 4 présente une grande période au milieu de cette demi-nuit, avec parfois une petite période au début de la demi-nuit. La femelle 5 possède deux périodes plus ou moins avancées dans la nuit. La femelle 6 a deux périodes d'activité avant le lever du jour et parfois une après. Le mâle 7 présente une période vers le lever du jour et une ou deux avant. La figure n° 43 nous montre les schémas d'activité tels que nous pouvons les extrapoler à partir de nos observations. Il existe donc des schémas à trois périodes d'activité : mâles 2 et 4, femelle 5 ; et d'autres à quatre : mâles 1 et 7, femelles 3 et 6. Les femelles 3 et 5 ainsi que les mâles 1 et 2 présentent une période d'activité avant le coucher du soleil ou commencent à être actifs avant le début du crépuscule. L'oestrus de la femelle 5 (1er avril 1980) allonge sa première période d'activité et recule ses deuxième et troisième.

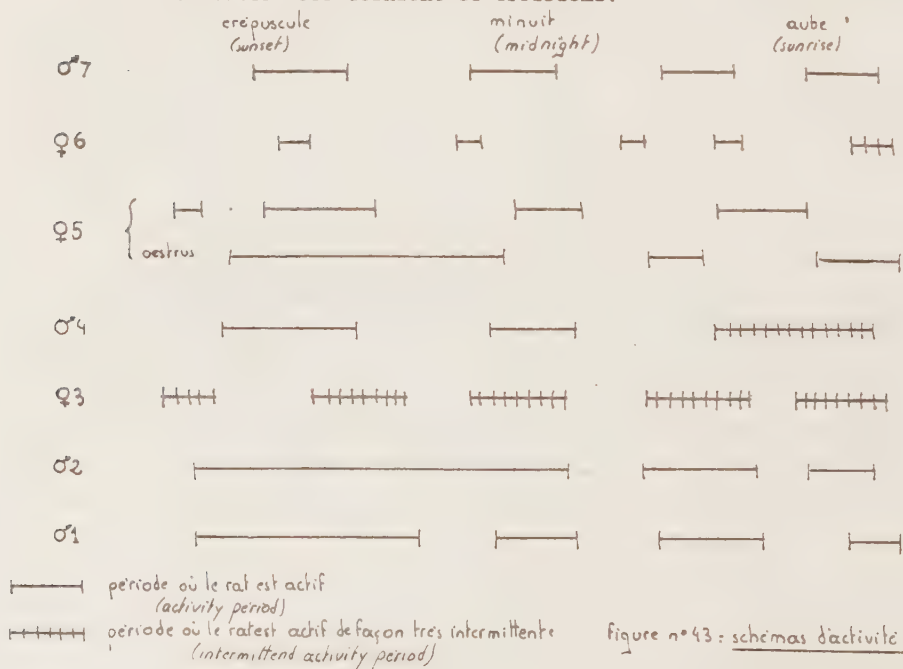


figure n° 43 : schémas d'activité des rats marqués au

cours de la 3^e partie d'expérimentation

(activity profile of marked rats during the third part of the study)

En résumé, l'activité des rats diffère assez grandement d'un animal à l'autre et ces différences sont peut-être en relation avec la structure sociale. Les rats qui participent aux interactions sociales sont plus actifs la première moitié de la nuit que la seconde, alors que les rats qui n'y participent pas ne le sont pas. Cette activité s'organise en périodes plus ou moins longues, plus ou moins interrompues pendant un, deux ou trois cycles d'observation, plus ou moins nombreuses. Cependant, le faible nombre d'observations et la grande variation d'un jour sur l'autre ne nous permettent que de reconnaître grossièrement des schémas à trois et d'autres à quatre périodes d'activité.

V.1.2. Les données bibliographiques

Dans la recherche bibliographique que nous avons effectuée, nous avons pris connaissance d'un certain nombre d'articles sur les rythmes d'activité du rat de laboratoire ou du rat sauvage. Ces travaux diffèrent par les conditions expérimentales et la définition de l'"activité"

Nous examinerons successivement ceux réalisés sur des rats isolés en cages individuelles, puis ceux effectués sur des rats groupés en semi-liberté ou en liberté. Pour chacun, nous présenterons le dispositif expérimental, la définition de l'activité et les principaux résultats obtenus.

V.1.2.a. Les travaux sur animaux isolés

Les travaux sur animaux isolés portent sur la mesure de la consommation d'oxygène, sur les phases de sommeil lent et paradoxal, les visites d'un bras de labyrinthe, tout au long du nycthemère.

CHAVALLIER (39) mesure le taux de CO_2 sortant d'une cage en plexiglass traversée par un flux d'air constant. A l'intérieur se trouve un rat de laboratoire avec nourriture et boisson ad libitum. Le cycle lumineux est photophase 11.05, crépuscule 0.55, scotophase 11.05, aube 0.55. Le temps d'activité est défini comme toute période où le taux de CO_2 augmente de plus du double pendant plus de vingt minutes (temps imposé par le dispositif). Ces temps d'activité répartissent leurs durées en deux pics : les temps courts d'activité d'environ 0.24 et les temps longs d'activité d'environ 1.54. Il classe ses actogrammes en profils fonction des temps d'activité nocturnes. Il observe des profils à quatre temps longs d'activité dans 52 p. cent des cas. Durant la photophase, il y a souvent avant le crépuscule un ou deux temps courts d'activité. Durant le reste du temps, il y a quatre temps longs d'activité de durée inégale (1er : 1.41 ; 2ème : 1.31 ; 3ème : 1.47). Dans les profils à trois temps longs d'activité (23 p. cent des cas), le plus souvent il manque celui de fin de nuit (par rapport aux profils précédents). Dans les profils morcelés, chaque temps long d'activité est remplacé par trois, quatre ou cinq temps courts ; en fait, tout temps long d'activité est plus ou moins morcelé. Il existe aussi des profils à trois temps longs d'activité plus un morcelé. 10 p. cent des cas sont représentés par des profils à temps courts d'activité dispersés. Le début de l'activité se situe en moyenne huit minutes après le début du crépuscule. L'activité se termine en moyenne dix huit minutes après le début de l'aube et trente trois minutes si l'on exclut les profils à trois temps longs d'activité, cessant entre 1.30 à 3.30 avant le début de l'aube. La durée de l'activité est en moyenne de 12.10.

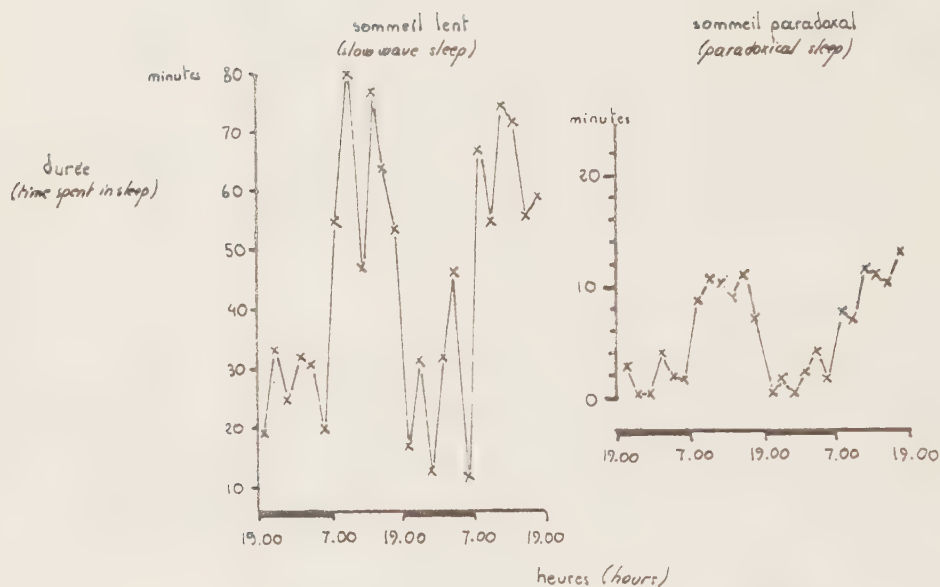


Figure n°44 : échantillons de rythmes circadiens du sommeil lent et du sommeil paradoxal chez le rat de laboratoire à 25°C (d'après 138)

(circadian rhythms of slow wave sleep and paradoxical sleep in the laboratory rat at 25°C)

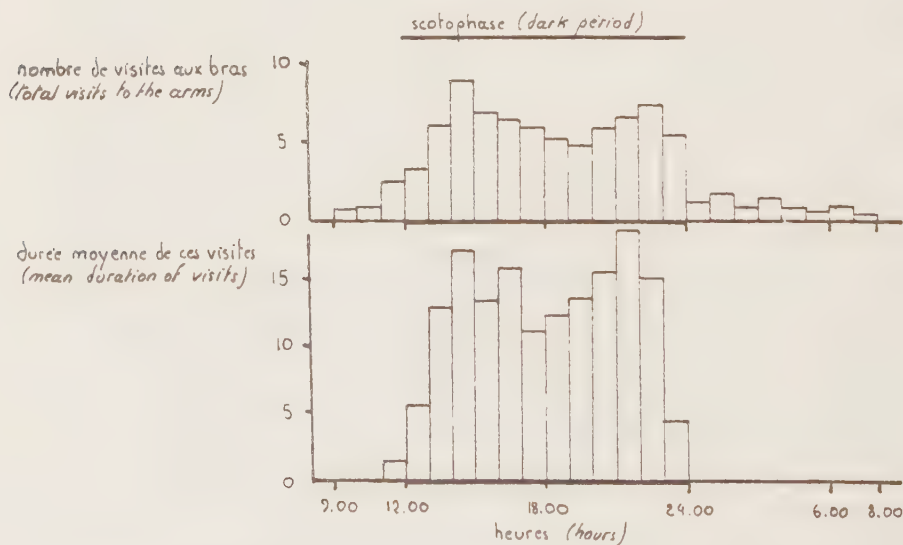


Figure n°45 : rythme circadien du nombre et de la durée des visites aux bras d'un labyrinthe en croix par des rats de laboratoire (d'après 356)

(circadian pattern of mean total visits to the arms of a plus-maze, and median time per hour spent in these arms by laboratory rats)

VALATX (138) étudie l'adaptation des cycles de sommeil avec l'augmentation de la température chez le rat de laboratoire. Nous dirons qu'un animal actif ne présente pas de signes de sommeil. L'auteur ne s'est pas attaché à étudier les heures de déclenchement du sommeil, mais seulement la répartition des phases de sommeil lent et de sommeil paradoxal au cours du nyctémère. A 20 et 25° C le rythme circadien du sommeil est bien marqué. Durant la photophase, le sommeil représente 66,5 p. cent de la durée totale d'enregistrement, alors qu'il n'en représente que 30,2 p. cent durant la scotophase. La figure n° 44 nous donne des échantillons de rythmes circadiens de sommeil à 25° C.

BARNETT (20) étudie les mouvements de rats de laboratoire dans un labyrinthe en croix où le nid est situé à l'intersection des bras. Il mesure le nombre et la durée des visites aux différents bras (figure 45) qui peuvent nous donner une idée de l'activité des animaux. Les rats font beaucoup plus de visites et restent beaucoup plus longtemps dans les bras au cours de la phase obscure que pendant la phase lumineuse. Ils réalisent un plus grand nombre de visites durant la troisième et l'avant dernière heures de la scotophase. Ils passent le plus de temps dans les bras au cours de la troisième et l'avant avant dernière heures de la scotophase.

V.1.2.b. Les travaux sur animaux groupés

Les travaux sur animaux groupés sont réalisés en semi-liberté en comptant le nombre de rats actifs ou en liberté en estimant l'activité ou en suivant les animaux en radiotracking.

ANTHOUARD (12) étudie des rats de laboratoire en semi-liberté dans une pièce munie de sciure et de diverses constructions sur lesquelles les animaux peuvent grimper ou dans lesquelles ils peuvent pénétrer et installer leur nid. Le cycle lumineux est composé de 12.00 d'obscurité et 12.00 de phase claire ; il est inversé par rapport aux conditions naturelles. L'auteur enregistre avec une caméra trois secondes tous les quarts d'heures puis note les rats en activité et fait les sommes par heure. Il compare ses résultats avec ceux de HOLMGREN-SWENSSON (0.00 est le moment où s'éteignent les lumières). :

Auteurs		HOLMGREN-SWENSSON	ANTHOUARD
activité nocturne	1er pic d'activité	0.00 - 1.00	0.00 - 1.00
	2ème pic d'activité	4.00 - 5.00	5.00 - 6.00
	3ème pic d'activité	6.00 - 7.00	10.00 - 12.00
activité diurne	légère activité	12.00 - 13.00	12.00 - 17.00
	inactivité	13.00 - 22.00	17.00 - 18.00
	reprise de l'activité	22.00	19.00

Schémas d'activité de rats de laboratoire en semi-liberté (12)
(pattern of activity of laboratory rats in open field)

Il existe trois pics d'activité nocturne. Cependant, le dernier de HOLMGÉN-SWENSSON se situe en milieu de nuit alors que celui d'ANTHOUDARD est juste avant la fin de la nuit. De jour, HOLMGÉN observe une grande période d'inactivité et l'activité ne reprend que très tard, alors que chez ANTHOUARD l'activité est toujours un peu présente : la phase d'inactivité est courte, l'activité reprend assez tôt.

Dans les mêmes conditions, l'auteur étudie l'activité générale d'une population de rats sauvages (13). Elle est composée des mâles α, β, ω et des femelles α', β', ω' , classés par ordre dans la hiérarchie sociale. Sur 158 relevés, α est plus souvent actif qu'au repos, β est aussi souvent actif qu'au repos, ω est presque toujours au repos ; α' est le plus souvent en activité, β' est plus souvent active qu'au repos et ω' est le plus souvent au repos.

ROBITAILLE (122) estime l'activité de la colonie de rats qu'il observe sur une décharge. Il note un premier pic d'activité une heure après le coucher du soleil et un deuxième plus faible avant le lever du jour.

TAYLOR (132) suit par la méthode de radiotracking trente et un rats dans les champs d'une ferme. Les animaux sont nocturnes sauf six qui présentent une activité diurne parfois, et un qui a une activité à prédominance diurne durant quarante cinq jours. L'activité commence dans l'heure qui suit le coucher du soleil, mais les rats ne commencent à s'éloigner de leur terrier qu'une heure après. Le pic d'activité a lieu quatre à cinq heures après le début du crépuscule. Les quatre heures suivantes, les rats retournent dormir dans leurs terriers. Parfois, il y a une deuxième période d'activité, mais pas durant les courtes nuits d'été.

V.1.3. Discussion

Que ce soit en cage, en semi-liberté ou en liberté, le rat possède une activité nocturne.

De jour, le nombre d'animaux actifs est faible et il augmente légèrement en fin de photophase. Ceci semble bien visible en semi-liberté : nous l'avons observé dans notre dispositif expérimental, ANTHOUARD et HOLMGÉN aussi. Ceci semble moins visible en liberté car ce n'est relevé ni par ROBITAILLE, ni par TAYLOR. Au vu des résultats de TAYLOR sur certains animaux à activité diurne et de ceux de la troisième partie de notre expérimentation, nous pouvons penser que cette activité ne concerne que certains individus. La plupart des rats, même s'ils apparaissent à l'orifice des terriers, se rendorment en attendant le crépuscule.

Tous les travaux montrent que l'activité des rats augmente rapidement dès le début de la scotophase et décroît tout aussi vite dès celui de la photophase. D'après les travaux de CHEVALLIER et nos propres observations sur ces augmentations et diminutions brusques au crépuscule et à l'aurore, nous nous apercevons qu'une différence de luminosité assez faible entraîne chez le rat un changement d'intensité d'activité. L'alternance lumière-obscurité est donc un synchroniseur de l'activité des animaux.

Cependant, ce n'est peut-être pas le seul, surtout en laboratoire, où les bruits extérieurs peuvent avoir une influence chez les animaux. En effet, les animaux sauvages mis en cages présentent parfois des cycles de sept jours dus à l'absence de personnel le dimanche (121). Durant la première partie de notre essai, il semble que ce soit les rats LA (provenant de la reproduction au laboratoire) les plus sensibles car ils sortent dès le départ du personnel du laboratoire ; alors que les rats LO (piégés quinze jours auparavant) ne sont actifs qu'à partir du crépuscule. Cependant, au cours de la deuxième partie, la majorité des animaux sont synchronisés par le cycle lumineux.

Après son déclenchement, l'activité se déroule selon un schéma précis dans le temps.

Dans l'heure qui suit le début de la scotophase, les rats présentent un pic d'activité. Celui-ci est visible sur la courbe de sommeil lent qui présente une dépression, en semi-liberté, ainsi que dans les travaux de ROBITAILLE. Cependant, en labyrinthe et en liberté, lors de mesure par radio tracking, ce pic se situe respectivement à la troisième heure et à la quatrième et cinquième heures. Correspondant à ces moments-là, il existe un deuxième pic d'activité dans les premiers travaux cités. Il se pourrait donc que les différences entre les résultats ne soient dues, en fait, qu'à une différence de définition : celle de BARNETT et de TAYLOR étant plus axée sur les déplacements. Ceci nous amène à envisager qu'en début de nuit, les animaux sont actifs mais se déplacent peu, tandis que durant le reste de la première moitié de la nuit, leur activité est essentiellement locomotrice.

Après ces deux pics d'activité situés dans la première moitié de la nuit, la seconde moitié commence par une phase d'activité faible que nous retrouvons aussi bien dans nos travaux que dans les autres études réalisées en semi-liberté ou en liberté et même en labyrinthe en croix. L'activité reprend en fin de nuit avant le début du lever du jour. C'est le troisième pic noté par ANTHOUARD, le dernier observé par ROBITAILLE. Dans les travaux de BARNETT, ce pic est situé plus tôt avant la fin de la nuit. Ceci est peut-être dû aussi à une différence entre les définitions de "l'activité". Dans les résultats de TAYLOR, la deuxième période d'activité peut ne pas exister durant les courtes nuits d'été. Pour notre part, nous ne travaillons que sur des nuits longues durant la deuxième partie de l'essai ; mais malgré les variations de la durée de la scotophase, l'intervalle de temps entre le premier et le dernier pic reste dans un rapport fixe avec la durée de la phase obscure.

Après le dernier pic, l'activité diminue, doucement d'abord, puis rapidement lorsque l'aube débute. Elle cesse en une heure ; cette valeur est aussi trouvée par ANTHOUARD, HOLMGREN. Par contre, chez BARNETT, la durée moyenne des visites chute brusquement lors de la dernière heure de la photophase. Nous expliquons cette différence par le fait que l'activité change en fin de nuit : elle devient peut-être moins locomotrice. Nous notons subjectivement un changement lorsque nous observons les rats : cinq à dix minutes avant le début du bleuissement du ciel, les animaux commencent à s'affoler et semblent nerveux. Au cours de la troisième partie de l'expérimentation, sur six fins de nuit, nous avons observé ce changement cinq fois avant le début de l'aube et une fois après.

Tout ceci semble indiquer que les animaux se préparent à être inactifs avant le lever du jour. Il existerait un mécanisme feed forward de régulation de l'activité nocturne : le rat estime la durée de la nuit et organise son activité en fonction de cette durée.

Par contre, la phase diurne ne semble pas régulée comme ceci. En fin de photophase les rats se réveillent ; certains apparaissent à l'orifice des terriers et s'y endorment, attendant semble-t-il la chute de luminosité pour être actifs.

Ce schéma général de l'activité est composé de l'addition des activités de tous les rats. Au cours de la troisième partie de l'expérimentation, il nous semble déceler dans l'activité des animaux trois ou quatre périodes, que nous pouvons peut-être assimiler aux temps longs d'activité de CHEVALLIER. Cependant, nous devons noter que la présence d'autres individus perturbe sûrement ces schémas d'activité obtenus en cages individuelles. Par exemple, lorsque nous délimitons trois périodes d'activité, il y en a toujours une vers la fin de la nuit, alors que celle-ci manque dans les profils à trois temps longs. De plus, l'activité est très différente entre les animaux en fonction de leur place dans la hiérarchie sociale. Avec ANTHOUARD nous pouvons dire que les rats dominants, ou ceux qui participent aux interactions sociales, sont plus souvent actifs qu'en repos, alors que pour les autres individus c'est le contraire. Nous rajoutons que chez les rats participant aux interactions sociales, la première moitié de la nuit présente plus d'activité que la seconde : les activités liées aux relations sociales se situeraient en début de la nuit. Lorsque nous analyserons plus loin chaque activité séparée, nous verrons que cela ne peut être montré que pour les poursuites sexuelles.

En résumé, le rat est un animal à activité nocturne. Cette dernière est déclenchée par une faible chute de luminosité au début du crépuscule ; elle s'arrête au lever du jour. Elle est formée de trois pics d'activité, deux situés en début de nuit, dont le premier a lieu avec un délai fixe après le coucher du soleil, le troisième en fin de nuit avant le début de la photophase ; entre le deuxième et le troisième existe une période d'inactivité plus ou moins longue. La régulation de cette activité semble se faire grâce à un mécanisme de Feed Forward par lequel l'animal anticipe la durée de la nuit dès le début du crépuscule. Chaque rat présente trois ou quatre périodes d'activité successives au cours de la scotophase, qui se répartissent de façon différente pour chaque individu, peut-être en fonction de la hiérarchie sociale au sein du groupe. Toutes les activités ne semblent pas se répartir de façon homogène au cours de la nuit.

Nous envisagerons les rythmes circadiens de quelques activités particulières. Nous commencerons par l'activité alimentaire.

V.2. LES RYTHMES CIRCADIENS DE L'ACTIVITE ALIMENTAIRE

Les rythmes circadiens de l'activité alimentaire étudient la périodicité durant le nyctémère de l'ingestion de nourriture ou de boisson. Ils sont influencés par de nombreux facteurs : la valeur calorique de l'aliment, sa disponibilité, la prédisposition génétique de l'animal, les changements temporaires de l'environnement (14).

V.2.1. Les résultats expérimentaux obtenus dans le terrarium

Les trois parties de notre expérience apportent des résultats très inégaux. Nous les étudierons dans l'ordre chronologique.

Au cours de la première partie de l'expérimentation, nous notons que l'activité alimentaire est presque toute nocturne. Cependant, les animaux actifs avant le crépuscule peuvent avoir une telle activité durant cette période. L'activité observée durant la photophase est "métabolique" (29), c'est-à-dire que les rats mangent, boivent, défèquent ; les autres comportements sont plus rares.

Durant la deuxième partie de l'expérimentation, nous comptons toutes les dix minutes le nombre maximum de rats visibles mangeant au cours d'une période de cinq minutes. Les graphes exprimant ces résultats sont donnés dans l'annexe n° 11 :

pour le manger :	nombre total de rats qui mangent
	nombre total de rats de classe III et IV qui mangent
	nombre total de rats de classe I et II qui mangent
	nombre de rats qui mangent à la mangeoire
	nombre de rats qui mangent ailleurs
pour le boire :	nombre total de rats qui boivent
	nombre total de rats de classe III et IV qui boivent
	nombre total de rats de classe I et II qui boivent

Les prises de nourriture et de boisson sont essentiellement nocturnes ; mais en fin d'après-midi, ces actes sont tout de même assez nombreux, surtout pour les prises de boisson. Le crépuscule et l'aurore n'ont pas une action aussi marquée que sur l'activité globale. Le passage se fait sans augmentation ni diminution brusque. Les rats de taille III et IV commencent les activités alimentaires avant ceux de classe I ou II. Durant la scotophase, les prises de nourriture et de boisson ont des schémas d'activité similaires qui suivent les variations de l'activité globale. En comparant les horaires des premiers et derniers pics d'activité, de prise de nourriture et de prise de boisson, nous constatons que les deuxièmes se situent en général avant les premiers, avec des horaires très variables en fin de nuit et que les troisièmes sont, eux aussi, un peu avant les premiers.

Premier pic (calculé par rapport au début du crépuscule)			Dernier pic (calculé par rapport au début de l'aube)		
activité globale	prise alimentaire	prise de boisson	activité globale	prise alimentaire	prise de boisson
+ 0.50	+ 0.40	+ 1.20	- 0.35	- 1.40	- 0.40
+ 0.40	+ 0.50	+ 0.30	- 0.50	- 1.00	- 1.10
+ 0.45	+ 0.35	+ 0.45	- 0.35	- 1.25	- 1.55
+ 0.40	+ 0.40	+ 0.10	- 0.35	- 0.15	- 0.55
+ 1.00	+ 1.00	+ 0.40	- 0.25	- 0.25	- 0.55
+ 0.40	+ 0.25	+ 0.55	- 0.10	- 1.05	- 0.55

Horaires du premier et du dernier pic des activités alimentaire, de boisson et globale.

(time table of the first and last maximum of feeding, drinking and global activity)

Il n'apparaît pas entre ces deux pics, de rythme bien marqué d'alimentation ou de boisson. Ceci laisse penser que les rats se répartissent sur la nuit pour manger et boire, tout au moins à ce moment l'évolution de notre population en semi-liberté. La répartition des animaux entre la mangeoire et les autres endroits du terrarium (de nombreux bouchons d'aliment sont disséminés dans tout l'espace) est variable et nous ne pouvons y déceler de rythme.

Au cours de la troisième partie de l'expérimentation, nous chronométrons pendant cinq minutes (cycle) toutes les dix minutes, la durée de la prise alimentaire ou de la prise de boisson de rats marqués. L'annexe n° 9 donne les résultats sous forme d'actogrammes : plus l'animal fait un comportement durant longtemps au cours des cinq minutes d'un cycle, plus le battement sur l'actogramme est haut, c'est-à-dire qu'il y a plus d'unités de trente secondes. Nous définissons les paramètres suivants pour chaque unité :

$$\text{indice d'activité} = \frac{\text{somme des unités}}{\text{somme des cycles}}$$

$$\text{taux d'activité} = \frac{\text{somme des unités de cette activité}}{\text{somme des unités de toutes les activités}} \times 10$$

Le faible nombre de mesures pour chaque rat (deux premières moitiés de nuit et deux secondes moitiés) d'une part, les variations importantes de l'activité des animaux entre les nuits d'autre part, font qu'il est difficile de tirer des conclusions. Le tableau ci-après représente les indices et les taux d'activité pour chaque rat et chaque observation (la femelle 6, vu ses brèves apparitions, n'est pas retenue dans l'élaboration de ce tableau) :

Comportement	Mesure	Observation	Mâle 1	Mâle 2	Femelle 3	Mâle 4	Femelle 5	Mâle 7
alimentation	taux	1ère moitié	26	41	32	65	46	23
			37	14	51	39	48	44
		2ème moitié	19	50	40	41	51	50
			41	37	36	48	37	50
	indice	1ère moitié	7,0	4,7	6,8	7,0	4,7	4,5
			5,0	4,6	7,1	8,0	6,8	6,3
		2ème moitié	5,3	5,3	6,8	4,9	7,5	8,5
			4,0	6,2	7,0	5,4	3,5	7,3
boisson	taux	1ère moitié	7	8	23	13	28	5
			9	8	12	12	16	15
		2ème moitié	16	14	29	19	15	21
			-	11	19	22	12	9
	indice	1ère moitié	2,5	2,2	4,2	3,3	5,2	1,3
			1,8	2,1	4,5	3,0	7,0	3,0
		2ème moitié	4,3	2,2	6,3	4,2	4,5	3,5
			-	2,8	5,5	4,0	3,7	1,7

Indice et taux d'alimentation et de boisson au cours de la troisième partie de l'expérimentation

(different ratios of feeding and drinking activity during the third part of the study)

Nous pouvons donc dire que les rats passent entre 20 et 65 p. cent de leur temps d'activité à manger et 0 à 30 p. cent à boire. L'alimentation se fait par longues périodes (qui apparaissent sous forme de batons noirs très hauts sur les graphes) durant en moyenne trois minutes (correspondant à un indice moyen pour tous les rats et toutes les périodes de 6,01). Les rats boivent moins longtemps à chaque cycle de cinq minutes d'observation (indice moyen de 3,6).

V.2.2. Les données bibliographiques

Dans les travaux dont nous avons pris connaissance, pour pouvoir bien étudier les rythmes de l'activité alimentaire, les auteurs ont fait leurs expériences sur des rats de laboratoire isolés en cage.

CHEVALLIER (39) observe des animaux isolés en cage, de manière directe durant la photophase et par télévision infra-rouge durant la scotophase. Le cycle lumineux est 11.05 de lumière, 0.55 de crépuscule, 11.05 d'obscurité, 0.55 d'aurore. Pour la nourriture solide, cet auteur observe durant la scotophase 9 prises de 2 mn 45 s et durant la photophase 1 à 2 prises de 4 mn 26 s, toujours avant le crépuscule. Les prises sont soit continues, soit entrecoupées de moments d'inaction de 2 à 4 secondes. Pour la boisson, il note 1 à 2 prises de 1 mn 23 s durant le jour et 10 prises de 56 s durant la scotophase. Pour la coprophagie il ne l'observe que durant la phase obscure et plus fréquemment à la fin de celle-ci.

consommation par heure
(hourly food intake)

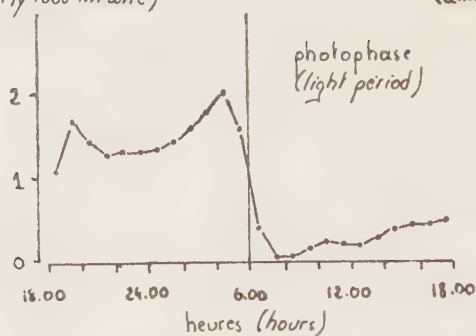


Figure n° 46-1

nombre de pauses
(amount of pauses)

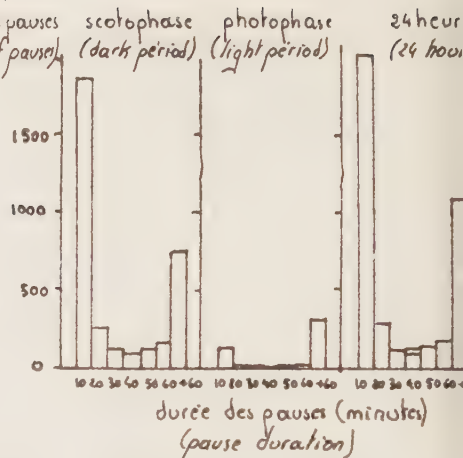


Figure n° 46-2

nombre de repas
(amount of meal)

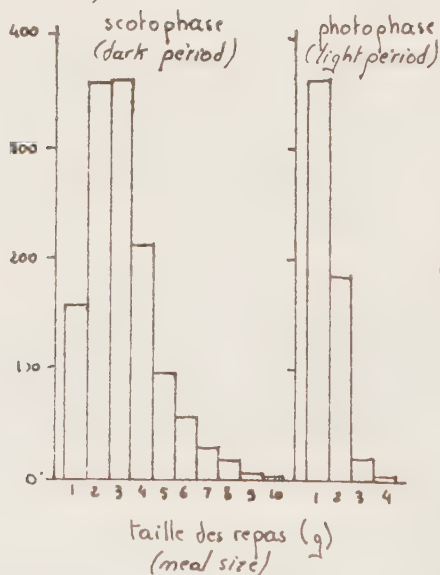


Figure n° 46-3

taille des repas (g)
(meal size)

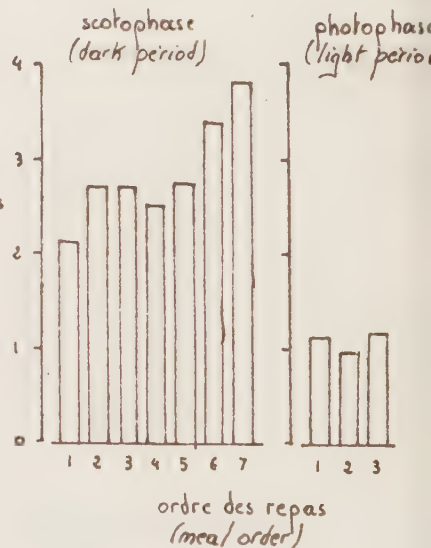


Figure n° 46-4

Figure n° 46: rythme circadien de la prise alimentaire chez le rat
de laboratoire isolé en cage (d'après 96)
(circadian patterns of food intake in the laboratory rat isolated in a cage)

taille des repas (g)
(meal size)

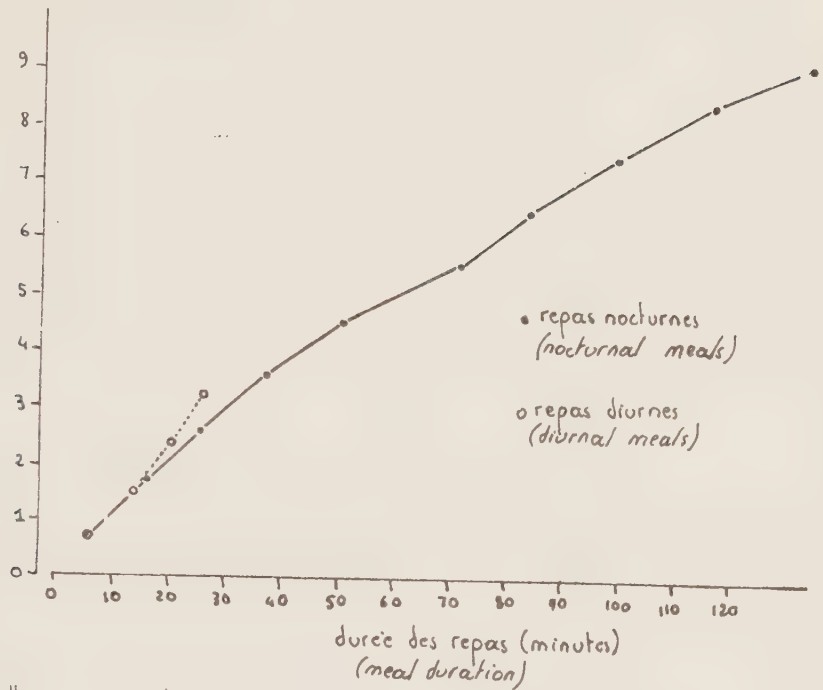
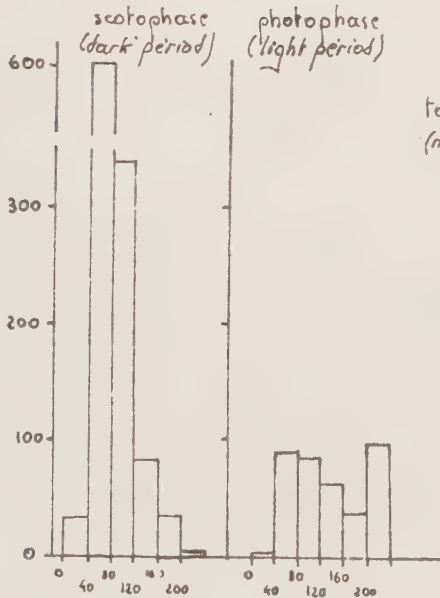


Figure n° 46-5

nombre d'intervalles
(number of intervals)



durée des intervalles entre deux repas (minutes)
(meal to meal intervals)

Figure n° 46-6

taille des repas (g)
(meal size)

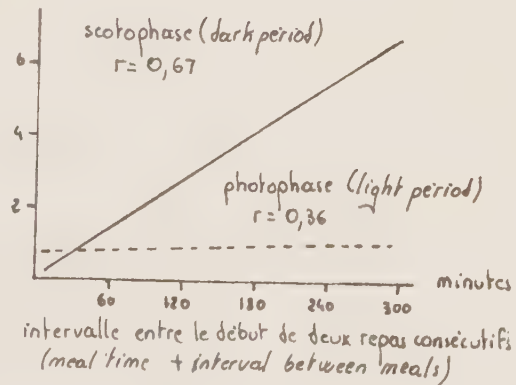


Figure n° 46-7

LE MAGNEN (36) étudie les paramètres de la séquence alimentaire chez le rat de laboratoire mâle placé dans un dispositif permettant l'enregistrement en continu du poids de la mangeoire et maintenu en cycle lumineux de 12.00 d'obscurité et 12.00 de lumière. L'auteur ne note pas de périodicité d'un jour à l'autre mais par contre une périodicité jour-nuit très marquée (figure 46-1). Le rat mange très peu en début de photophase puis augmente petit à petit. Dès le début de la scotophase, il se met à manger beaucoup plus. Il existe deux maximums : l'un à la deuxième heure, l'autre à la onzième. Puis il ralentit sa consommation, doucement d'abord, puis brusquement au passage de la photophase. Il consomme environ 18 g la nuit et 3 g le jour (pour un rat de 352 g) soit 20,9 g par journée. La prise alimentaire est discontinuée. Elle est interrompue par des pauses dont les durées se répartissent selon une courbe bimodale de part et d'autre de la valeur 40 minutes (figure 46-2). Donc un repas sera une période d'alimentation semi-continue précédée et suivie d'un temps de consommation d'au moins 40 minutes. Ces repas représentent durant la scotophase 190 minutes dont 54,1 p. cent de pauses et durant la photophase 25,6 minutes dont 27,5 p. cent de pauses. Les repas sont plus importants au cours de la nuit qu'au cours du jour (figure 46-3). Du début à la fin de la pause obscure, la quantité ingérée tend à croître (figure 46-4). La vitesse d'ingestion (quantité ingérée divisée par la durée de l'ingestion) est légèrement différente entre le jour et la nuit, mais constante pour chacun : 0,18 g mn⁻¹ pour la première et 0,2 g mn⁻¹ pour la seconde (figure 46-5). Les intervalles séparant le début de chaque repas sont brefs au cours de la scotophase, plus longs durant la photophase (figure 46-6). La satiété post prandiale, en calories par minute représente la relation entre la taille du repas et l'intervalle entre le début de deux repas consécutifs. Elle permet de montrer qu'il existe une corrélation post prandiale la nuit seulement : au plus l'intervalle est grand, au plus le repas sera important (figure 46-7).

V.2.3. Discussion

Tous ces résultats sont difficiles à comparer. Nous notons par exemple la grande différence entre la durée totale d'alimentation chez CHEVALLIER et celle chez LE MAGNEN, même en retirant les pauses dans les résultats de ce dernier. Ceci peut très bien être dû à une différence de composition de l'aliment présenté aux animaux, car l'ajustement du comportement alimentaire semble fonction de l'épuisement des réserves internes : le rat anorexique le jour, hyperphagique la nuit (95).

Nous retenons aussi la différence entre la définition physiologique du repas par LE MAGNEN et celle comportementale par CHEVALLIER et nous-même. Nous comprenons ainsi pourquoi s'il existe un rythme des repas chez l'animal, il n'apparaît pas clairement dans l'étude des prises alimentaires. Le rat dérangé peut interrompre son repas pendant cinq à trente cinq minutes et le reprendre ensuite sans trop perturber son rythme physiologique. Ceci doit permettre aux animaux dominés d'ajuster leur comportement à celui des dominants.

Pour certains auteurs (49), c'est le comportement alimentaire qui règle les cycles d'activité. L'étude des corrélations entre l'apport calorique, le volume des repas et la durée du sommeil

Tous ces travaux sont réalisés en cage sur des animaux isolés, contrairement à notre essai réalisé sur un groupe d'individus ; les phénomènes sociaux compliquent sûrement la régulation de l'activité globale du rat.

En résumé, *Rattus norvegicus* présente des prises alimentaires assez longues. Le nombre d'animaux qui mangent dans le terrarium ne présente pas de grandes variations au cours de la nuit ; seuls se dégagent en début de scotophase et en fin, deux petits pics qui se situent avant les pics d'activité globale. Cette répartition se comprend lorsque le repas physiologique est pris en compte. En effet, il peut être interrompu par des pauses atteignant quarante minutes. Les animaux peuvent ainsi ajuster leurs différentes prises alimentaires en fonction du comportement des dominants, ainsi que d'autre stimulus comme par exemple une femelle en oestrus.

V.3. LES RYTHMES DES COMPORTEMENTS SEXUELS

Les rythmes des comportements sexuels comprennent les rythmes circadiens et les cycles des femelles. Nous les étudierons l'un après l'autre dans notre expérimentation et dans la littérature.

V.3.1. Les rythmes circadiens des comportements sexuels

V.3.1.a. Les résultats expérimentaux obtenus dans le terrarium

Au cours de la deuxième partie de notre expérimentation, nous avons noté le nombre de comportements sexuels ayant lieu pendant cinq minutes et cela toutes les dix minutes (annexe n° 11-J), puis nous avons séparé la suite sexuelle (annexe n° 11-K) de la poursuite sexuelle (annexe n° 11-L) comme nous les avons décrites précédemment (conférer III.3.2.) :

Lors de suite sexuelle, la femelle en pro-oestrus attire le mâle mais ne l'accepte pas.

Lors de poursuite sexuelle, la femelle en oestrus l'attire et l'accepte.

Les comportements de suite sexuelle (annexe n° 11-K) commencent environ dans l'heure précédant le début du crépuscule et se termine une demi-heure à une heure et demie après le début de l'aube. Ces horaires sont très variables. Le nombre de tels comportements est relativement faible et semble plus ou moins régulièrement distribué tout au long de la nuit sans présenter de pic bien marqué ; sauf le 5-6 février 1980 où il y a une certaine concentration de ce comportement dans la demi-heure à l'heure et demie suivant le début du crépuscule.

Les comportements de poursuite sexuelle (annexe n° 11-L) ont des horaires de début et de fin assez variables. Cependant, ils se situent tous en début de nuit. Au cours de la troisième partie de l'expérimentation, nous observons la femelle 5 en oestrus. Avant le crépuscule, la femelle n'est pas inquiétée. Puis, un mâle la sent et la monte.

La femelle est immobile. Puis, elle part dans un terrier. Le mâle la cherche. A partir de ce moment, chaque fois que la femelle va sortir, des mâles vont la poursuivre. Le plus grand nombre de montes a lieu dans l'heure suivant le début du crépuscule (figure 47). Puis, le nombre de mâles, ainsi que la fréquence des sorties diminuent. Vers le milieu de la nuit, la femelle 5 apparaît à la mangeoire et grignote un bouchon. Trois ou quatre fois, un mâle vient la sentir. La première fois, elle fuit sous la cage à proximité ; la dernière, elle continue à manger et le mâle la laisse.

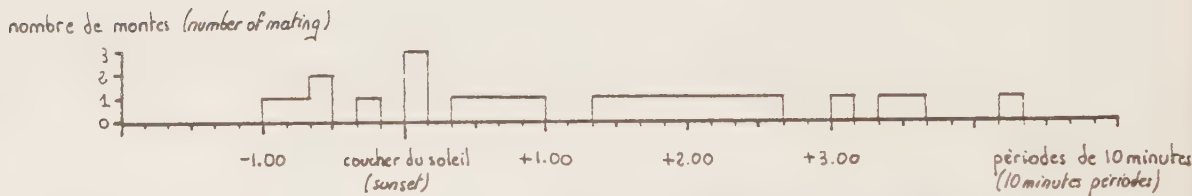


Figure n° 47: montes auxquelles a participé la femelle 5 au cours de la première moitié de la nuit du 24 mars 1980
(mating with female 5 during the first part of the night from march 24th 1980)

V.3.1.b. Bibliographie et discussion

Il est intéressant de comparer nos résultats à des données obtenues sur des rats en liberté dans une décharge. En mesurant le nombre de rats ayant des comportements sexuels au cours de la nuit, ROBITAILLE (122) observe un pic d'activité sexuelle pour les mâles 90 à 120 minutes après le coucher du soleil et un pic pour les femelles 60 à 90 minutes après le coucher du soleil. Cependant, cet auteur ne sépare pas les deux comportements sexuels.

En effet, si la poursuite sexuelle est réduite à la première demi-nuit et s'accompagne chez les femelles de rat de laboratoire d'hyperactivité (STONE cité dans 47), la suite sexuelle nous semble mieux répartie sur toute la durée de la nuit, tant qu'il y a des animaux actifs.

V.3.2. Les cycles de la femelle

Nous avons vu que l'activité sexuelle de la femelle est cyclique : elle revient en oestrus régulièrement si elle n'est pas fécondée et juste après la mise bas si elle est gestante (conférer I.1.4.j.).

Nous étudions ces cycles tout au long de la première partie de l'expérimentation en notant pour chaque femelle les poursuites et les suites sexuelles auxquelles elles participent. Nous avons par ailleurs abordé ces cycles indirectement par la mesure des quantités d'aliments disparaissant de la mangeoire.

Les différents évènements sexuels des trois femelles mises dans le terrarium durant la première partie de l'expérimentation sont consignés dans le tableau ci-dessous. Nous les analyserons femelle par femelle.

Jour	Femelle	Evènement sexuel	Jour	Femelle	Evènement sexuel	Jour	Femelle	Evènement sexuel
13/4	LA	poursuite	9/5	LO	suite	3/6	LA	suite
15/4	LY	poursuite		LA	poursuite	5/6	LA	suite
17/4	LA	poursuite	13/5	LO	suite	8/6	LA	poursuite
19/4	LO	suite	14/5	LO	suite	10/6	LO	suite
20/4	LO	suite	25/5	LY	suite	12/6	LO	suite
23/4	LO	poursuite	27/5	LY	suite	15/6	LO	suite
28/4	LA	suite	28/5	LY	poursuite	16/6	LO	suite
8/5	LA	suite	29/5	LY	suite	17/6	LO	suite
						24/6	LO	suite

suites et poursuites sexuelles au cours de la première partie de l'expérimentation
sexual following and sexual pursuit during the first part of the study

La femelle LA a un cycle oestral du 13/4 au 17/4. Puis, une première gestation de 21 jours entre le 17/4 et le 9/5 (nous pensons que le 28/4 est un artefact). Une deuxième gestation a lieu entre le 9/5 et le 8/6 : soit une gestation de 29 jours, soit une gestation de 25 jours jusqu'au 3/6 suivie d'un cycle oestral. A partir du 8/6 c'est une troisième gestation qui se déroule. La femelle LY a sûrement deux gestations de 21 jours entre le 15/4 et le 28/5, puis après le 28/5 sûrement une troisième gestation. La femelle LO a un cycle oestral du 19/4 au 23/4. Puis deux gestations coup sur coup du 23/4 au 14/5 (21 jours) et du 14/5 au 10/6 (26 jours). Par la suite, elle présente deux cycles oestaux du 10/6 au 17/6 et du 17/6 au 24/6.

Nous voyons donc la justification des trois périodes de la première partie (conférer I.3.1.). Du 12/4 au 6/5 : première gestation des femelles LA et LY ; du 7/5 au 1/6 : deuxième gestation ; du 1/6 au 27/6 : troisième gestation. Toutes les femelles ont participé à la reproduction. Cependant, la femelle LO semble moins bonne, elle a été gestante pour la première fois plus tard que les autres ; à la fin de la troisième période, elle n'est pas encore revenue en gestation et présente des cycles oestaux successifs. De tels retours en chaleur de femelles pourraient peut-être expliquer le nombre restreint de femelles gestantes à la fin de l'expérimentation. Nous noterons aussi que les gestations suivant une première sont en général plus longues : femelle LA : 21 et 25 jours ; femelle LO : 21 et 26 jours ; seule la femelle LY a deux cycles de 21 jours.

Durant la première partie de l'expérimentation, nous mesurons la disparition de l'aliment de la mangeoire par la quantité de bouchons que nous devons mettre pour remplir à nouveau la mangeoire (figure 48). Cette disparition augmente du 6 au 10 mai. Elle est importante du 11 au 26 mai, puis diminue du 27 mai au 1er juin. Elle est faible entre le 2 et le 9 juin, puis à nouveau assez importante à partir du 10 juin. Ceci semble correspondre, pour la première augmentation, à l'amasement réalisé par les femelles après leur première mise bas ; pour la seconde, à la présence des rats hors des terriers.

Les rythmes des comportements sexuels sont d'une part déterminés par la cyclicité de l'activité sexuelle de la femelle (cycle oestral, gestation), d'autre part, en fonction de la période de temps du nycthémère (début de la nuit) où se produit l'oestrus.

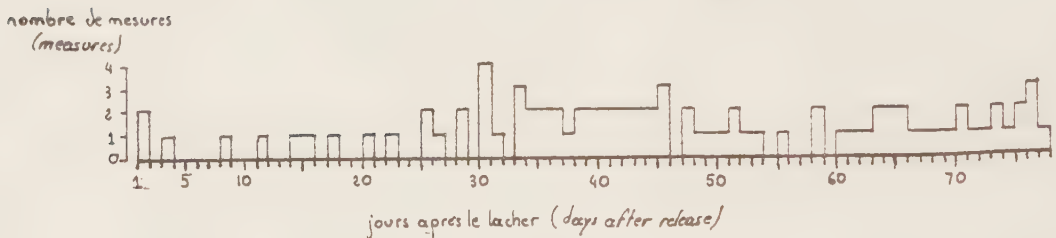


Figure n°48 = quantité d'aliment remis dans la mangeoire pour la maintenir pleine au cours de la première partie de l'expérimentation
(amount of food used to get full the feeding place during the first part of the study)

V.4. LES AUTRES RYTHMES CIRCAIDIENS

Nous étudierons successivement les rencontres agonistiques, le transport, le creusement, les déplacements des rats dans le terrarium. Nous envisagerons aussi, à partir de données bibliographiques, l'activité de la femelle allaitante.

Les rencontres agonistiques (annexe n° II-I) se répartissent durant la scotophase, c'est-à-dire lorsque les rats sont le plus actifs. Leur nombre n'est pas proportionnel au nombre de rats à chaque période de cinq minutes d'observation. Leur répartition ne présente pas de pic bien marqué. Par contre, en liberté sur une décharge, certains auteurs (122) observent une distribution bimodale des rencontres agonistiques : le premier pic se situant entre 60 et 90 minutes après le coucher de soleil, le second ayant lieu entre 20 et 60 minutes avant le lever du soleil.

Dans le terrarium, les rats creusent plus en fin de nuit qu'en début et ce comportement se continue facilement le matin, même lorsque le jour est complètement levé.

Le transport est réparti sur des périodes débordant la scotophase, sans pic bien déterminé. Cependant, si nous distinguons le transport du foin de celui des bouchons de nourriture, nous remarquons que les rats transportent plus de bouchons en début de nuit qu'en fin et plus de foin en fin qu'au début.

les déplacements des rats sont marqués lors de la troisième partie de l'expérimentation, sont étudiés en temps passé (annexe n° 10) et en distance parcourue (figure n° 49). Nous notons que les mâles 1 et 2 se déplacent beaucoup et durant une période assez longue tandis que les autres le font peu et peu de temps. Mâles 1 et 2 parcourent une distance beaucoup plus grande en début de nuit qu'en fin de nuit ; ainsi que l'indique le tableau ci-dessous donnant approximativement les distances parcourues lors des cycles d'observation.

	première moitié de la nuit		deuxième moitié de la nuit	
	1ère observation	2ème observation	1ère observation	2ème observation
Mâle 1	243 m	202 m	113 m	16 m
Mâle 2	296 m	274 m	158 m	164 m

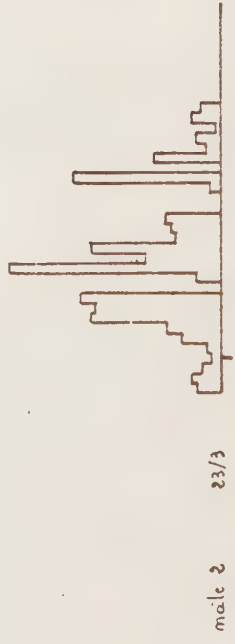
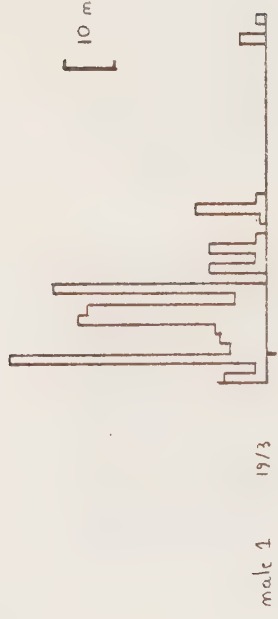
Les différences observées ici entre les animaux, se rapprochent des différences de place dans la hiérarchie sociale (conférer IV.2.). TAYLOR observe que les animaux dont il suit les trajets par la méthode de radio-tracking se tiennent près de leur terrier durant l'heure suivant le début de l'activité et ne s'en éloignent que lorsque cette heure est écoulée. Un tel schéma existe peut-être pour les mâles 2 et 4 et la femelle 3 (figure 49). Mais en fait dans le terrarium les animaux n'ont pas besoin de parcourir de grandes distances pour réexplorer le milieu et ce pic de l'activité de déplacement disparaît.

Nous traiterons maintenant, à partir de données bibliographiques, de la manière dont la femelle allaitante répartit son activité non maternelle et les soins à sa portée.

La pesée simultanée, continue et individuelle, de deux cages reliées par un tunnel, montre que le temps passé par la femelle avec ses rats (essentiellement lié au comportement maternel) présente un rythme circadien (figure 50). Il existe un pic durant la photophase et une dépression de la courbe au début de la photophase. Donc, durant les débuts de nuit la femelle a tendance à laisser ses petits pour satisfaire différentes activités. Nous retrouvons le fait que presque tous les rats sortent et sont actifs en début de nuit.

En résumé,

Rattus norvegicus est un animal nocturne. C'est-à-dire que la baisse de luminosité dès le début du crépuscule agit comme un synchroniseur : tous les animaux sortent de leurs terriers et sont actifs. La régulation de l'activité des rats au cours de la nuit semble se faire par un mécanisme de Feed Forward : comme si les animaux connaissaient par avance la durée de la nuit, ils diminuent leur activité avant le début du lever du soleil. Au sein de la scotophase, l'activité se répartit plus ou moins en trois ou quatre cycles. L'absence de rythme durant la phase obscure pour les activités alimentaires ou les rencontres agonistiques, fait penser que les animaux répartissent leurs activités dans le temps, en fonction de leur place dans la hiérarchie sociale. Par contre, d'autres activités comme les poursuites sexuelles, creuser, amasser, s'effectuent préférentiellement à certaines périodes de la nuit. De jour, les animaux présentent quelques activités hors des terriers, ce sont essentiellement des activités métaboliques : manger, boire et déféquer.



heures après le coucher du soleil
(hours after sunset)



debuts de nuit
(beginnings of night)



[10 mètres (10 meters)

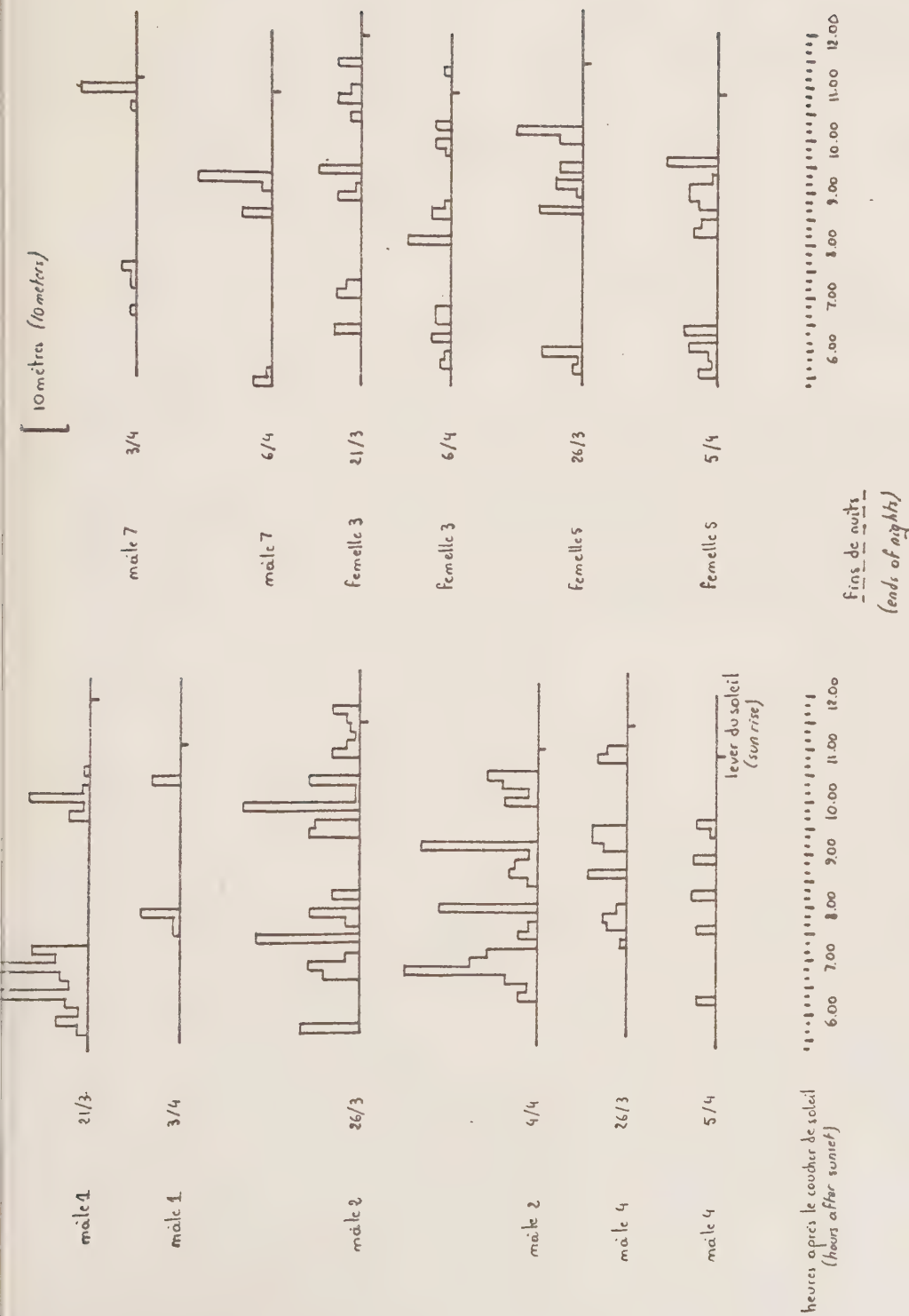


Figure n°49: déplacements des animaux marqués lors de la troisième partie de l'expérimentation
(movements of marked animals during the third part of the study)

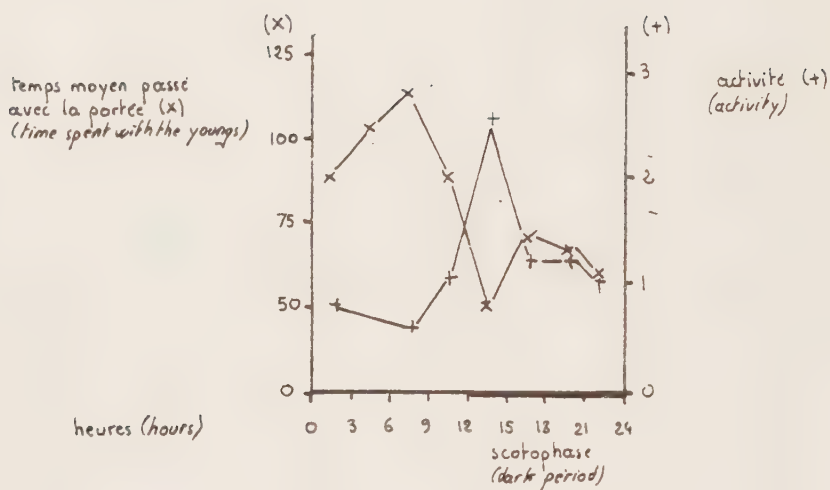


Figure n°50: les rythmes circadiens du comportement maternel (x) et de l'activité (+) d'une femelle allaitante
(circadian rhythms of maternal behavior (x) and activity (+) of a suckling female)

Ces données concordent en général, avec celles que l'on trouve dans la littérature. Les différences portent essentiellement sur des définitions qui ne se recoupent pas toujours, où sur l'espace restreint mis à la disposition des animaux.

Cette répartition stricte des activités dans le temps, s'accompagne d'une utilisation tout aussi stricte de l'espace.

VI. L'UTILISATION DE L'ESPACE

Les petits rongeurs possèdent une organisation spatiotemporelle (126) : ils réalisent une activité donnée en un lieu et à un moment déterminés. Nous allons étudier dans ce chapitre l'utilisation par les rats de l'espace mis à leur disposition dans le terrarium que nous avons précédemment décrit (conférer I.2.).

Nous envisagerons successivement les terriers, puis les lieux de défécation, de miction et enfin les déplacements des animaux.

VI.1. LES TERRIERS

Les terriers sont des excavations que le rat creuse plus ou moins profondément et où il installe souvent son nid et parfois y stocke des denrées alimentaires.

Au cours de la première partie de l'expérimentation, nous notons les endroits où se creusent les terriers et les animaux qui les occupent. Après la capture finale nous relevons leur structure.

VI.1.1. Les terriers lors de la première partie de l'expérimentation

Dès le lâcher, les animaux utilisent les abris naturels dont ils disposent, c'est-à-dire les bottes de foin et les planches déposées sur le sol (figure 13, conférer I.2.). Ils commencent par creuser sous ces abris et dans l'après-midi du jour du lâcher, nous en voyons un ou plusieurs qui déblaient de la terre sous la planche P1. En dehors de ces abris naturels, des terriers sont creusés dans la butte dès le 17 avril 1979 (J 5). Ces terriers ne sont pas habités et s'écroulent ; d'autres sont alors creusés et s'effondrent aussi. Bientôt la butte est nivelée. Des terriers creusés dans le sol ailleurs que dans la butte et sans partir des planches ou des bottes de foin n'apparaissent que le 28 avril 1979 (J 17) dans le coin C 2. Puis, un système de terrier apparaît en C 3. En général, les terriers s'effondrent assez souvent et le système est toujours en évolution. La figure n° 51 donne l'état du terrarium le 31 mai 1979 (J 50) : des galeries sont creusées sous les planches et les bottes de foin ; deux orifices sont ouverts dans le coin C 3.

L'occupation des terriers évolue tout au cours de la première partie de l'expérimentation comme le montre la figure n° 52. Nous remarquons que les rats ont tendance à se disperser dans le terrarium, mais se cantonnent loin du muret d'observation. Peut-être que la présence de bruit et d'observateurs a empêché les rats de s'installer. Tous les rats changent assez souvent de terrier au cours de la première période de cette partie. Le mâle LA et la femelle LA et LY s'installent dans leur terrier définitif (tout au moins pour la première partie de l'essai) à partir de la fin de la première période. Les autres rats se fixent dans un terrier plus tardivement, surtout le mâle LY qui n'en n'a pas de bien précis jusqu'à la fin de la deuxième période.

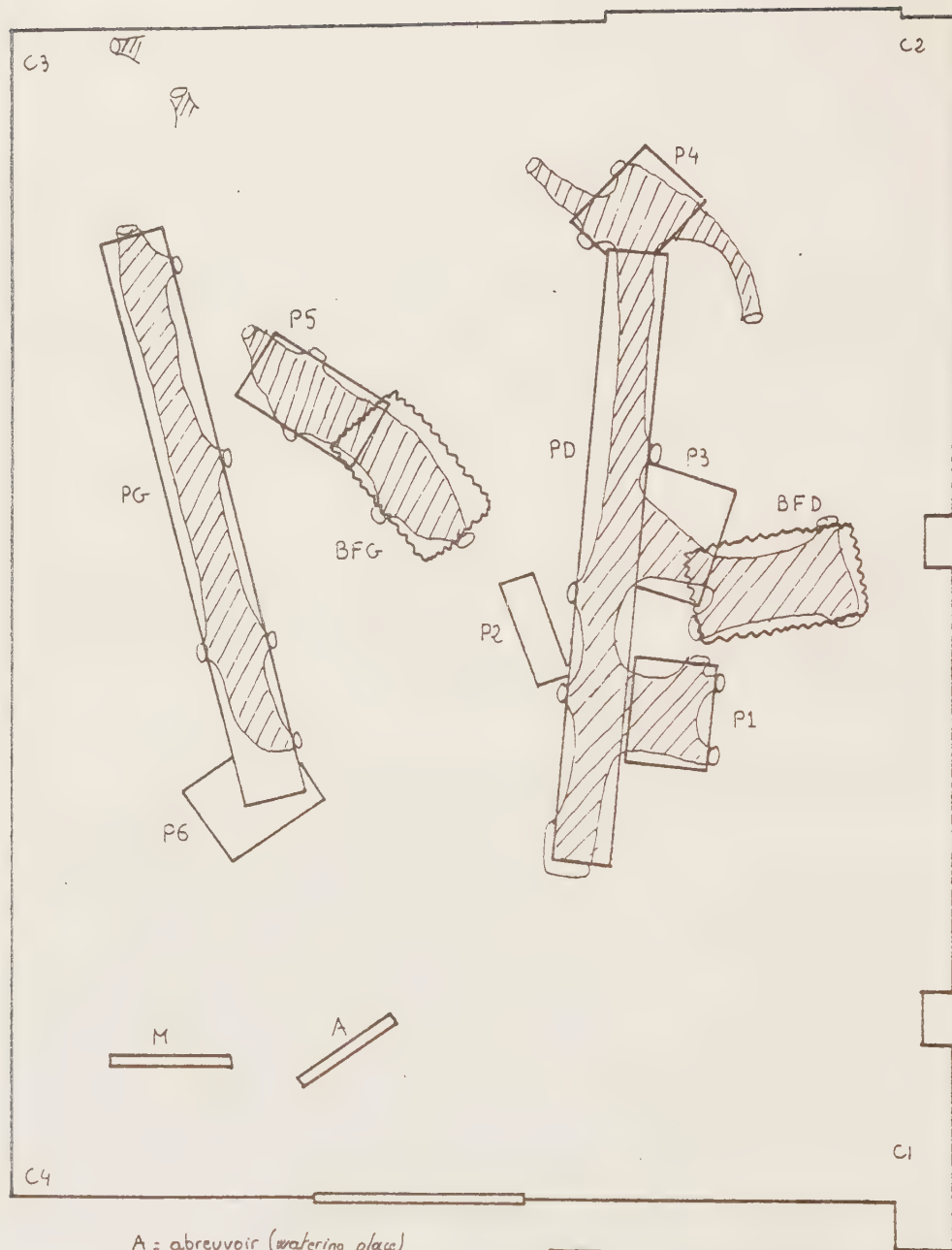


Figure n° 51 : état des terriers le 31 mai 1979 (J50)
(burrows in the terrarium at J50)

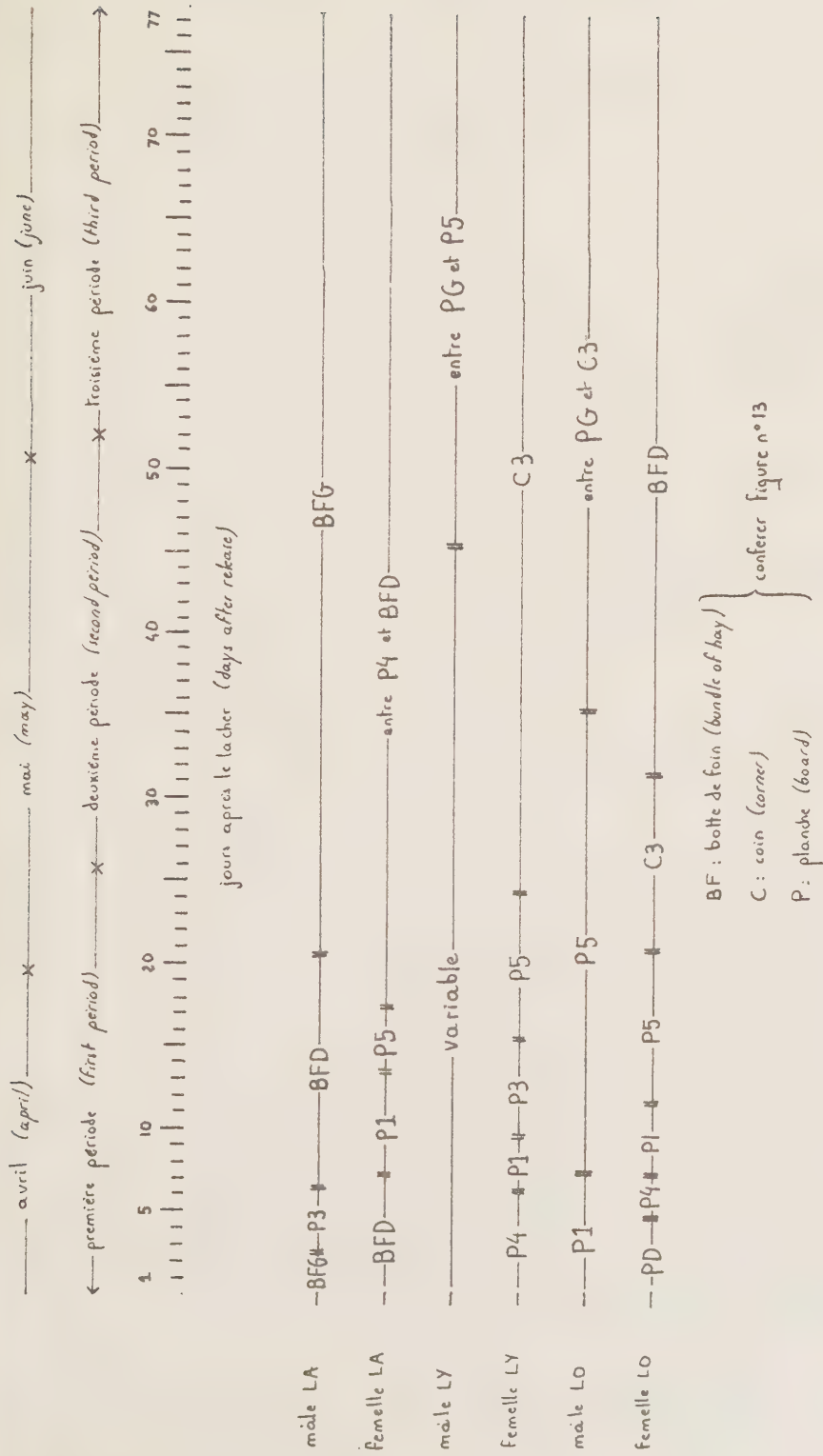


Figure n° 52 : localisation du terrier occupé par chaque rat durant la première partie de l'expérimentation
 (for each rat, burrows occupied during the first part of the study)

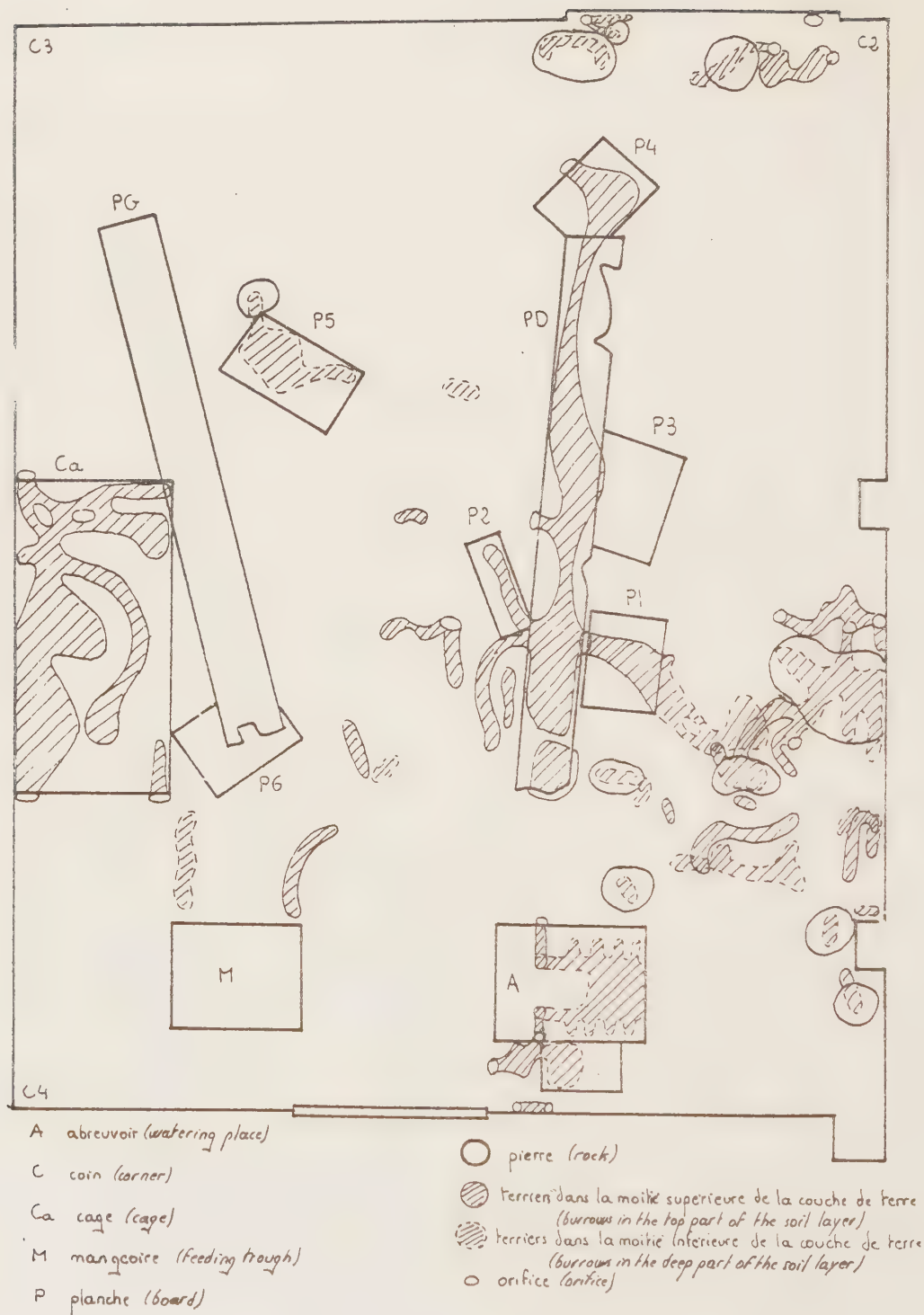


Figure n° 53: relevé des terriers après la capture finale
(burrows at the end of the study)

Au cours de la troisième période, chaque animal a son terrier propre même si parfois il sont proches l'un de l'autre comme ceux des femelles LA et LO. Parfois, sur la figure n° 52, plusieurs rats sont indiqués au même endroit (par exemple P1 et P 5) ; ceci ne veut pas dire obligatoirement qu'ils vivent dans le même terrier.

VI.1.2. La structure des terriers à la fin de l'expérimentation

A la fin du piégeage terminal, nous relevons la structure des terriers présents dans le dispositif expérimental (figure 53). La capture ayant duré longtemps, nous ne pouvons pas dire que ce plan soit un instantané de l'évolution de ces terriers lorsqu'il y avait encore tous les animaux. Il nous donne cependant la forme et la localisation que les terriers peuvent prendre dans ce type de terrarium.

Les terriers sont de type linéaire. Ceci est visible sous la planche PD, sous la cage et sur les segments non abrités par des obstacles. Par contre, lorsqu'il y a des pierres qui forment une ultrastructure ne s'effondrant pas, les terriers deviennent plus complexes et épousent souvent la forme de ces structures. Ceci est très visible sous l'abreuvoir où les rats nichent dans les creux des moellons sur lesquels reposent les récipients. Le terrier complexe à la base de l'ancienne butte peut aussi s'expliquer par la présence de grosses pierres entassées les unes sur les autres. Il est étonnant de ne pas trouver de terriers sous la planche PG.

VI.1.3. Discussion

Différents auteurs (28 - 65 - 110 - 134) distinguent deux types de terriers : linéaires ou circulaires. La complexité est mesurée par l'existence de cercles et de plusieurs niveaux (28). La figure n° 54 donne le plan d'un terrier complexe. Cette complexité est liée à deux points. Le premier est la nature du terrain. S'il s'éboule facilement, comme celui qui est proposé aux rats dans le terrarium, les animaux sont obligés de toujours recréer et ceci limite la complexité des terriers. LORE observe bien (99) que les terriers les plus complexes se trouvent dans les sols compacts. Le deuxième point influant la complexité est le temps. Après un temps de latence de cinq jours, des rats de laboratoire dans une cage avec de la terre commencent par creuser des tunnels, puis la structure devient plus complexe et se stabilise en vingt cinq jours (65). Mais cette stabilisation est toute relative car ces mêmes auteurs admettent que les terriers qu'ils observent sur une décharge sont moins complexes que ceux observés par CALHOUN car l'infestation de cette décharge date de 6 à 8 semaines alors que ceux de CALHOUN sont le résultat de 12 à 36 mois (99). Il y a donc eu évolution entre-temps.

Dans la nature et en particulier sur les décharges, la localisation des terriers dépend de la présence de nourriture, d'eau, de la composition du sol et de la topographie. D'après LORE (99), les rats situeraient leurs terriers à moins de cent mètres des points alimentaires, de préférence dans des sols offrant peu de résistance lors du creusement et sur des terrains à forte pente. Nous avons observé sur deux décharges la localisation des terriers des rats peuplant ces endroits. La première est formée d'une grande excavation contenant de l'eau, comblée petit à petit par un côté et de l'autre côté surplombée de deux mètres par un plateau tombant assez brusquement dans les détritiques.



Figure n° 54 : structure d'un terrier complexe : éléments circulaires, plusieurs niveaux (d'après 110)

(structure of a complex burrow = circular elements, several levels)

La seconde est une dépression comblée petit à petit par les déchets, ainsi qu'un apport de terre dans les mois précédents. Le front de la décharge plonge abruptement dans la dépression. Dans la première, les orifices des terriers sont localisés soit sur le plateau, soit à l'intersection entre la pente venant du plateau et les détritiques (les terriers étant creusés dans la terre). Sur la pente il y a les coulées des animaux mais pas de terriers. Dans la seconde décharge, les orifices des terriers sont situés au niveau des détritiques dans les buttes de terre émergeant par ci par là des déchets. Dans la pente, il n'y a pas d'orifices, mais une coulée très marquée qui descend jusqu'à l'eau située dans le fond de la dépression. Ces exemples indiquent que les terriers ne sont pas toujours situés dans les terrains à forte déclivité. Cependant, l'attaque préférentielle de la butte dans le terrarium, semble bien liée à ce facteur pente.

Nous soulignons aussi l'importance des structures telles que pierres, planches, bottes de foin, qui sont souvent le point de départ des terriers (28 - 115) et permettent aux rats d'avoir une structure stable.

Lors de la première partie de l'expérimentation, après les modifications durant la première période, les rats ne changent pas souvent de terriers. Les femelles se fixent dès leur première mise bas et y restent après leur deuxième. TAYLOR qui suit des rats en radio-tracking dans les champs d'une ferme, trouve que les animaux changent assez souvent de terriers. La durée moyenne d'occupation est de sept jours pour les mâles et quatorze pour les femelles. Cette différence peut s'expliquer par l'existence d'une prédation par les mustélidés, dans les conditions de liberté.

Lorsque les rats sortent de leurs terriers, ils réalisent certains de leurs comportements dans des lieux privilégiés que nous allons étudier maintenant.

VI.2. LES LIEUX PRIVILEGES POUR CERTAINES ACTIVITES

Des lieux sont privilégiés par les rats lorsqu'ils réalisent certaines activités comme la défécation, le repos hors des terriers.

Bien qu'ils puissent déféquer au hasard de leurs déplacements, il semble que les rats aient des lieux privilégiés. Dans le terrarium, nous notons, tout au long de l'expérimentation, une grande quantité de fèces dans les coins C 3 et C 4, et, à un moindre degré dans les coins C 1 et C 2. Dans les autres parties du terrarium, il y a des crottes mais nettement moins que dans les coins. Il n'y a pas de fèces dans les terriers. ANTHOUARD (12) note, chez des rats de laboratoire en semi-liberté, que les fèces sont situées sur les traces très fréquentées, autour des boîtes habitées et à l'extrémité de la salle sans objets à explorer. Les rats déposeraient leurs fèces préférentiellement dans les endroits où il n'y a rien, "non intéressants". Il faut aussi souligner la différence entre miction et défécation : le rat a tendance à uriner où il se trouve (donc dans les terriers le jour) tandis qu'il va déféquer de préférence dans certains endroits, hors des terriers. BOICE (28) note aussi l'absence de fèces dans les terriers.

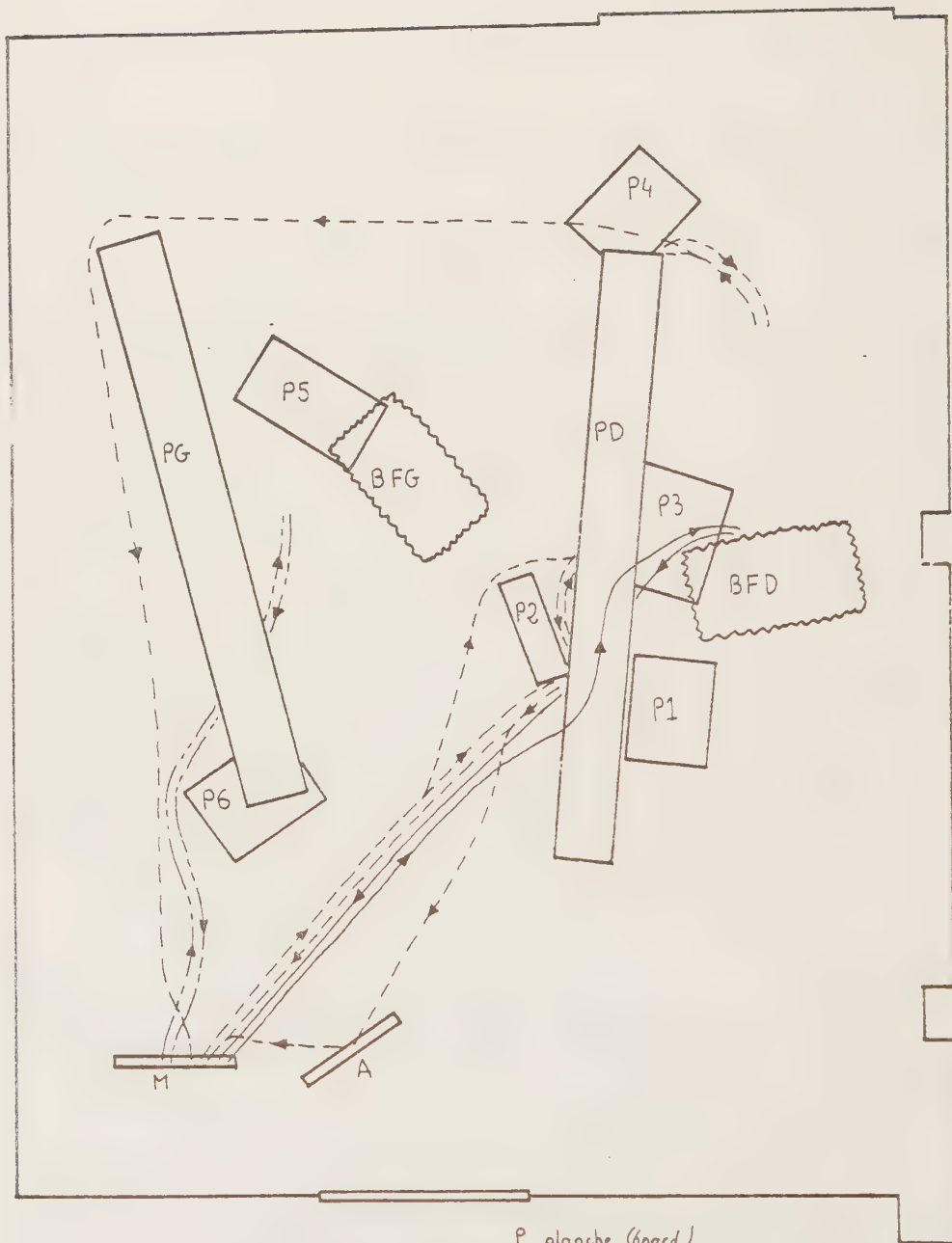
Lors de la deuxième partie de l'expérimentation, les rats visibles non actifs se localisent préférentiellement sur les bottes de foin ou sur les couches de foin venant des bottes désagrégées. Le suivi des animaux marqués au cours de la troisième partie de l'essai montrent que ces lieux de repos sont fixes de jour en jour. Ainsi, la femelle 3 se repose préférentiellement le long du mur du fond ; le mâle 4 sur l'emplacement de la botte BFD en milieu de nuit. Pendant la première partie, le mâle LA privilégie lui aussi deux endroits du terrarium : devant son terrier (BFG) ou devant la botte de foin BFD. Il s'y toilette, s'y repose et y retourne rapidement chaque fois qu'il a fait quelque chose (combat avec un autre rat, etc...). Ce fait est à rapprocher du poste de guet qu'ANTHOUARD (13) observe dans une colonie de rats sauvages en semi-liberté : le mâle dominant se perche sur un petit promontoire, toujours le même, et surveille ce qui se passe.

VI.3. LES DEPLACEMENTS

Au cours de leurs différentes activités, les rats se déplacent : pour aller manger, boire, pour amasser, pour explorer, etc... Les parcours suivis dépendent des conditions dans lesquelles vivent les animaux, mais présentent en général une certaine régularité.

Nous présenterons les déplacements en semi-liberté en nous appuyant sur nos observations, puis en liberté.

En semi-liberté, l'espace est restreint et il est souvent parcouru dans tous les sens, d'autant plus que la population est importante. Il n'existe alors pas de coulées bien nettes comme celles que nous pouvons observer sur le terrain. Cependant, il semble que certains rats utilisent certains chemins préférentiels pour réaliser des activités déterminées. Ce fait est particulièrement visible dans le cas des femelles qui amassent plusieurs bouchons d'aliment les uns à la suite des autres. Les trajets qu'elles utilisent alors, sont presque toujours les mêmes. Cette constance est surtout marquée pour le trajet de la mangeoire au terrier.



- | | | |
|----------|------------------|----------------------------------|
| —→ | Femelle LO à J39 | P planche (board) |
| - - -→ | Femelle LA à J27 | M mangeoire (feeding trough) |
| - · - -→ | Femelle LY à J29 | BF botte de foin (bundle of hay) |
| | | A abreuvoir (watering place) |

Figure n° 55: exemples de trajets suivis lors d'amassement d'aliment par les femelles durant la première partie de l'expérimentation
(routes taken by females transporting food during the first part of the study)

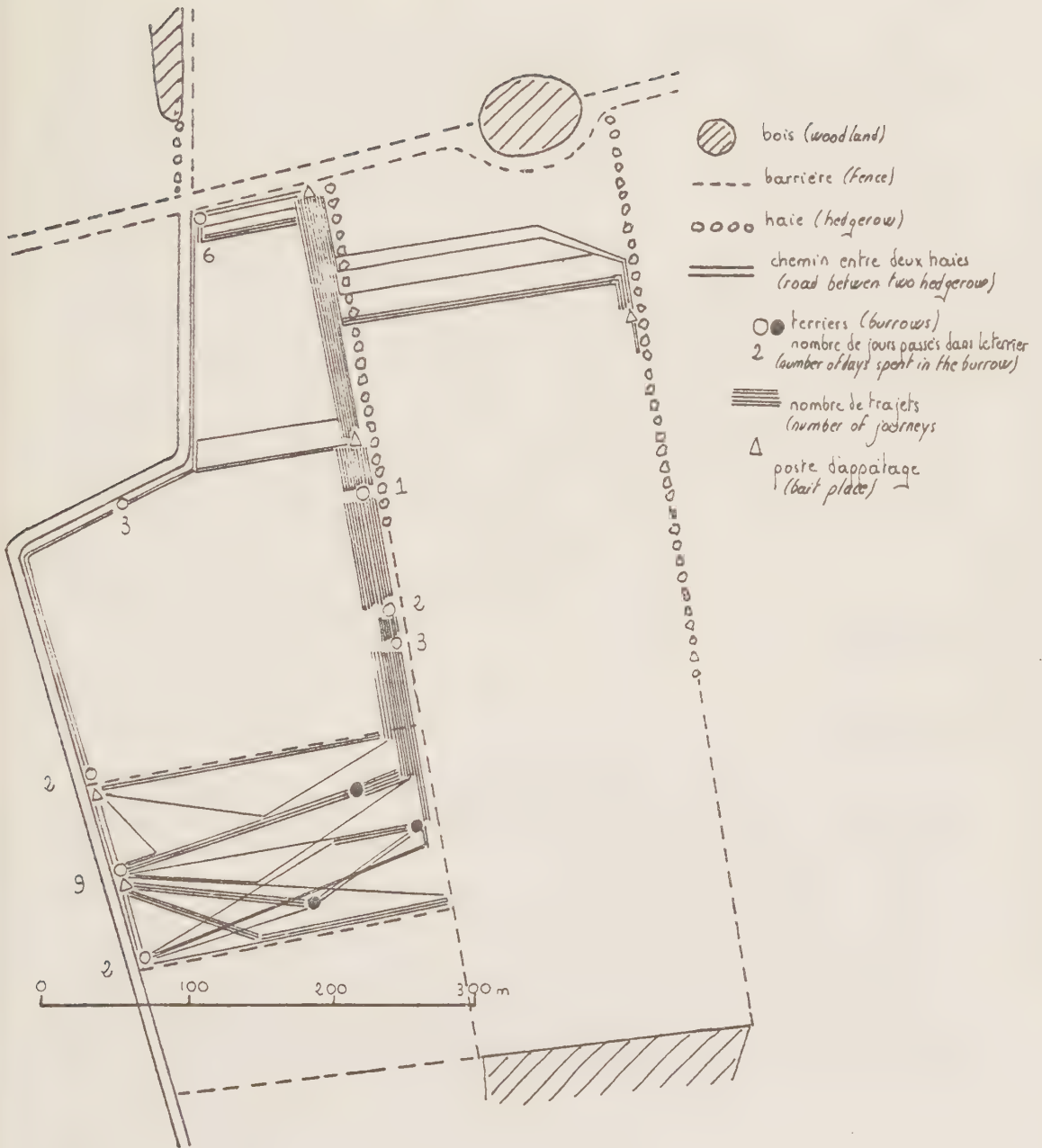


Figure n° 56 : trajets dans les champs suivis par un rat mâle lors de dix-huit nuits d'observation couvrant sept semaines (d'après 132)
 (routes taken by a male rat over eighteen nights for seven weeks)

La figure n° 55 nous donne des exemples pour chacune des femelles de la première partie de l'expérimentation. Le parcours de la femelle LY est identique à l'aller vers la mangeoire et au retour vers le terrier. La femelle LO montre que le trajet du retour peut être différent de celui de l'aller sans que jamais la femelle n'utilise l'un pour l'autre. Les trajets de la femelle LA sont plus variables. Une fois le trajet du retour est modifié sur une de ses portions. Le trajet de l'aller est modifié sur une de ses portions lorsque la femelle va boire et une fois il a été totalement différent. Cette régularité du trajet est aussi décrite par ANTHOUARD (12).

En liberté, le radio-tracking est une méthode qui permet de suivre les déplacements des animaux. TAYLOR étudie ainsi des rats dans les champs d'une ferme (132 - 133). Les déplacements se font essentiellement sous abri, le long de haies et de barrières. Le temps passé à découvert est court. Les déplacements sont orientés principalement vers la nourriture. En cas de pénurie les rats peuvent faire de longs trajets (3,3 km en une nuit avec une vitesse moyenne de 0,46 km h⁻¹ à 1,47 km h⁻¹). Les animaux utilisent préférentiellement certaines "routes" comme le montre la figure n° 56. Ces "routes" sont d'autant plus marquées qu'il y a des obstacles (haie, barrière) qui la délimite ; dans la portion inférieure du plan, ou en haut à droite de ce même plan, le rat traversant des champs n'a pas de trajets aussi fixes que celui du milieu du plan. L'estimation des territoires par les déplacements effectués par les rats montre qu'ils ont une forme linéaire de 200 à 600 m pour les femelles, de 180 à 470 m pour les mâles observés durant l'hiver ; et de 650 à 1260 m pour les mâles étudiés au printemps.

Ces valeurs obtenues en liberté montrent qu'il serait utopique de s'en tenir à des études en terrarium lors d'un travail sur le territoire ou les déplacements des rats.

VI.4. EN RESUME

Les travaux en liberté montrent que les rats utilisent l'espace mis à leur disposition en privilégiant certaines parties de leur environnement pour creuser leur terrier, pour se déplacer... Bien que les conditions de semi-liberté imposent aux animaux un espace très restreint, ceux-ci utilisent le milieu expérimental de manière particulière.

Durant notre expérimentation, après une période de latence, les animaux lâchés se sont installés chacun dans un terrier déterminé. Ces terriers ont été creusés le plus souvent sous des obstacles ou à partir d'obstacles tels que planches, bottes de foin. Leur structure est linéaire, sauf dans les portions du terrarium où la présence de pierres permettant une complication sans risque d'éboulement. Dans le dispositif expérimental, les rats ont réalisé certains comportements (défécation, repos) à des endroits bien précis. Le déplacement des animaux présente lui aussi une utilisation particulière comme des trajets fixes, par exemple lorsque les femelles allaitantes amassent des bouchons d'aliment

CONCLUSION

Les travaux que nous avons réalisés ont porté sur l'étude du comportement du rat (*Rattus norvegicus*) en semi-liberté.

Six animaux, trois mâles et trois femelles, sont lâchés dans un terrarium de 6,9 x 5,5 m, rempli d'une couche de terre de 40 à 50 cm d'épaisseur et pourvu de bottes de foin et de planches. Une population se développe et ne cesse de croître jusqu'à la fin de l'expérimentation : 450ème jour, 210 individus. Cependant, la croissance de la population est limitée par la réduction du nombre de femelles gestantes, un cannibalisme important des adultes envers les ratons nouveaux-nés et une pathologie respiratoire.

Dans ce dispositif expérimental, à différents moments de l'évolution de la population, sont abordées :

- la description des comportements
- la hiérarchie sociale
- la répartition des activités dans le temps
- l'utilisation de l'espace.

Les comportements sont décrits en les groupant sous les rubriques suivantes :

- comportements d'entretien (le repos, les comportements de confort, d'alimentation, déféquer, uriner, le transport et le stockage, le creusement)
- comportements appétitifs et d'exploration
- comportements sociaux (agonistiques, sexuels, amicaux, le marquage, le vol)
- comportements des jeunes et comportements entre jeunes et adultes.

Pour ce qui concerne les rencontres agonistiques, étudiées de façon plus détaillée, les unités fonctionnelles ainsi que leur succession dans des séquences ordonnées sont décrites.

La hiérarchie sociale entre les six animaux lâchés est étudiée de façon précise. Pour les victoires et défaites, ainsi que pour quatre classes de comportements agressifs, le nombre d'interactions entre les rats pris deux à deux est relevé et comparé à une répartition théorique dans laquelle les interactions sont distribuées au hasard. Le nombre relevé est souvent supérieur à la répartition théorique lorsque les interactions ont lieu entre mâles ou entre femelles et souvent inférieur entre mâle et femelle. Il existe donc deux hiérarchies sociales, une pour les mâles, une pour les femelles, et des relations facilitées entre les deux sexes. Les relations entre les individus ne sont pas constantes dans le temps : par exemple, parmi les trois mâles, le dominant a plus d'interactions agressives avec l'un des deux dominés dans un premier temps, puis avec l'autre dans un second temps.

Lorsque les animaux sont nombreux, il est difficile d'étudier leurs relations deux à deux ; cependant, il semble qu'il y ait un grand nombre d'individus qui ne participent pas, ou peu, aux interactions sociales.

Les cycles nycthéméraux de différentes activités (activité globale, boire, manger, rencontres agressives, comportements sexuels, ...etc...) sont mesurés. Le plus remarquable est celui de l'activité globale de la population, définie comme la présence hors des terriers d'animaux qui ne se reposent pas ni se toilettent durant plus de cinq minutes. Il montre que le rat organise son activité au cours de la scotophase en anticipant la durée de la nuit. Il se caractérise par des phénomènes qui surviennent à heure fixe : soit après le début du crépuscule, augmentation brusque de l'activité 16 minutes, premier pic d'activité 50 minutes ; soit par rapport au début de l'aube, dernier pic d'activité 34 minutes avant, chute brusque d'activité 9 minutes après, fin de l'activité 1 heure 23 minutes après. A l'intérieur de cette activité globale de la population, chaque rat est actif au cours de la nuit durant trois quatre périodes, plus ou moins longues et plus ou moins entrecoupées de phases de dix-vingt minutes durant lesquelles le rat n'est pas visible.

Le relevé des terriers à la fin de l'expérimentation montre que, dans le terrarium, ils sont simples (sans éléments circulaires ni plusieurs niveaux) et sont souvent situés sous des structures rigides (pierres, planches). Les activités ne se répartissent pas de façon homogène dans l'espace mis à la disposition des rats : par exemple, la défécation a lieu essentiellement dans les coins du terrarium et le trajet utilisé par chaque femelle qui amasse de l'aliment est relativement fixe.

Notre travail n'appréhende qu'une partie du comportement du rat en semi-liberté. De nombreuses études sont encore nécessaires pour la connaissance complète de l'organisation spatio-temporelle des animaux ainsi que de la structure sociale des populations de cette espèce.

Dans ces travaux, le dispositif expérimental de semi-liberté qui fournit aux animaux un espace plus grand qu'une cage, mais suffisamment restreint pour que la majorité des comportements soit observée, semble particulièrement prometteur : il doit permettre de mieux comprendre les résultats souvent partiels obtenus en liberté, et ainsi d'aborder, dans des conditions plus rationnelles, l'élaboration de nouveaux concepts de limitation des populations de rongeurs sauvages.

Vu :

LE DIRECTEUR
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.

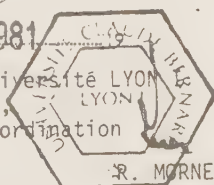
LE PROFESSEUR RESPONSABLE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire.

LE PRESIDENT DE LA THESE

Vu et permis d'imprimer

LYON, le 5 JUIN 1981

Pour le Président de l'Université LYON
Le Premier Vice-Président,
Président du Comité de Coordination
des Etudes Médicales



BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ADER (R.), GROTA (I.J.)
Rhythmicity in the maternal behaviour of *Rattus norvegicus*.
Animal behaviour (1970) 18, 144/150, bibl : 8 r.
- 2 - ADLER (N.T.), ZOLOTH (S.R.)
Copulatory behavior can inhibit pregnancy in female rats.
Science (1970) 168, 3938, 1480/1482, bibl : 12 r.
- 3 - ALBERTS (J.R.), BRUNJES (P.C.)
Ontogeny of thermal and olfactory determinants of huddling in the rat.
Journal of comparative and physiological psychology (1978) 92, 5, 897/906, bibl : 22 r.
- 4 - ALBERTS (J.R.), GALEF (B.G.)
Olfactory cues and movement, stimuli mediating intraspecific aggression in the wild norway rat.
Journal of comparative and physiological psychology (1973) 85, 2, 233/242, bibl : 14 r.
- 5 - ALLEN (H.M.)
The social behaviour of wild and domestic *Rattus norvegicus* in dyadic encounters.
Zoologica Scripta (1977) 6, 77/80, bibl : 10 r.
- 6 - ANDREWS (R.V.)
Should we kill the rats or is biological control preferable ?
Transactions of the Nebraska Academy of Sciences (1977) 4, 203/207
- 7 - ANDREWS (R.V.)
Incremental changes in deermouse (*Peromyscus maniculatus*) core temperatures during behavioral challenges.
Comparative biochemistry and physiology, (1978) 59 A, 45/48, bibl : 15 r.
- 8 - ANDREWS (R.V.), BELKNAP (R.W.)
An effective application of U-5897 to the control of established, feral rats.
Nebraska medical journal (1975) 60, 283, 46/77, bibl : 16 r.
- 9 - ANDREWS (R.V.), BELKNAP (R.W.), KEENAN (E.J.)
Demographic and endocrine responses of norway rats to antifertility control.
The journal of wildlife management (1974) 38, 4, 868/874, bibl : 19 r.
- 10 - ANDREWS (R.V.), BELKNAP (R.W.), SOUTHARD (J.), LORINCZ (M.), HESS (S.)
Physiological demographic and pathological changes in wild norway rat populations over an annual cycle.
Comparative biochemistry and physiology, A, G.B., (1972) 41, 1, 149/165, bibl : 2 p. 1/2.

- 11 - Anonyme
La dératisation permanente et l'hygiène de l'élevage.
Revue agricole de France - productions animales (1971) décembre, 22/23
- 12 - ANTHOUARD (F.)
Observations préliminaires sur le comportement du rat blanc en semi-liberté.
Revue du comportement animal (1969) 3, 2, 25/38, bibl : 7 r.
- 13 - ANTHOUARD (F.)
Comportement des rats sauvages en semi-liberté
Revue du comportement animal (1971) 5, 1, 3/18, bibl : 28 r.
- 14 - ARMSTRONG (S.)
A chronometric approach to the study of feeding behavior
Neuroscience and biobehavioral reviews (1980) 4, 27/53, bibl : 337 r
- 15 - BANG (P.), DAHLSTROM (P.)
Guide des traces d'animaux.
Delachaux et Niestlé éd. (1977) 240 p.
- 16 - BARNETT (S.A.)
Damage to wheat by enclosed populations of *Rattus norvegicus*.
Journal of hygiene Cambridge (1951) 49, 22/25
- 17 - BARNETT (S.A.)
An analysis of social behaviour in wild rats.
Journal of zoology (1958) 130, 107/152, bibl : 86 r.
- 18 - BARNETT (S.A.)
The rat : a study in behaviour.
Aldine Publishing Company Chicago (1963) 288p, bibl : 349 r.
- 19 - BARNETT (S.A.)
Social stress.
in "View-points in biology" Cartihey (S.D.) Duddington (G.L.) éd. London
Butterworths vol 3, (1964) 170/218, bibl : 165 r.
- 20 - BARNETT (S.A.), COWAN (P.E.)
Activity, exploration, curiosity and fear : an ethological study.
Interdisciplinary science reviews (1976) 1, 1, 43/62, bibl : 156 r.
- 21 - BARNETT (S.A.), DICKSON (R.G.), HOCHKING (W.E.)
Genotype and environment in the social interactions of wild and domestic "Norways" rats.
Aggressive behavior (1979) 5, 105/119, bibl : 28 r.
- 22 - BARNETT (S.A.), DICKSON (R.G.), MARPLES (T.G.), RADHA (E.)
Sequences of feeding, sampling and exploration by wild and laboratory rats.
Behavioural processes (1978) 3, 29/43, bibl : 24 r.

- 23 - BARNETT (S.A.), EVANS (C.S.), STODDART (R.C.)
Influence of females on conflict among wild rats.
Journal of zoology (1968) 154, 391/396, bibl : 9 r.
- 24 - BAUDOUIN (C.), COULON (J.)
Jeune mammifère et comportement.
Science et vie (1978) hors série, 125, 48/51
- 25 - BENTLEY (E.W.)
La lutte contre les rongeurs.
Chronique OMS (1967) 21, 9, 405/411
- 26 - BERNSTEIN (I.S.)
La dominance sociale chez les primates.
La recherche (1980) 9, 91, 663/668
- 27 - BLANCHE (D.)
Le surmulot ennemi de la canne à sucre aux Antilles françaises.
Phytoma (1969) 21, 213, 13/16
- 28 - BOICE (R.)
Burrows of wild and albinorats : effects of domestication, out door raising, age, experience and maternal state.
Journal of comparative and physiological psychology (1977) 91, 3, 649/661, bibl : 51 r.
- 29 - BOSQUAIN (A.), ISNARD (G.)
Etude de la répartition temporo-spatiale des activités spontanées chez le rat dans diverses situations expérimentales.
DEA neurobiologie option éthologie - Université C. Bernard LYON 1 (1979)
bibl : 64 r.
- 30 - BOUISSOU (M.F.), SIGNORET (J.P.)
La hiérarchie sociale chez les mammifères.
Revue du comportement animal (1970) 4, 2, 43/61, bibl : 189 r.
- 31 - BROOKS (J.E.), BOWERMAN (A.M.)
Chemosterilants in rodent control.
Soap and chemical specialties (1969) 58/64 et 82/83,
bibl : 11 r.
- 32 - BROOKS (J.E.), BOWERMAN (A.M.), JACKSON (W.B.), KAUKKINEN (D.)
Provisional instructions for determining the susceptibility or resistance of rodents to anticoagulant rodenticides.
W.H.O. technical report series (1970) 443 140/147
- 33 - BROOKS (J.E.), ROWE (F.P.)
Commensal rodent control
Unpublished document WHO/VBC/79-726

- 34 - CALHOUN (J.B.)
The development and role of social status among wild norway rats.
Anatomical record (1948) 101, supplément, 694
- 35 - CALHOUN (J.B.)
A method for self control of population growth among mammals living in the wild.
Science (1949) 109, 333/335, bibl : 3 r.
- 36 - CHALINE (J.), BAUDVIN (H.), JAMMOT (D.) SAINT GIRONS (M.C.)
Les proies des rapaces (petits mammifères et leur environnement).
Doin éd. Paris (1974) 141p. bibl : 56 r.
- 37 - CHALINE (J.), MEIN (P.)
Les rongeurs et l'évolution
Doin éd. Paris (1979) 235p. bibl : 214 r.
- 38 - CHARTON (D.), ADRIEN (J.), COSNIER (J.)
Déclencheurs chimiques du comportement de léchage des petits par la ratte parturiente.
Revue du comportement animal (1971) 5, 2, 89/94
- 39 - CHEVALLIER (F.), LUTTON (C.), CHAMPARNAUD (G.)
Cycles et profils d'activité du rat blanc au cours du nycthémère définis par le débit de son CO₂.
Revue du comportement animal (1974) 8, 2, 127/145, bibl : 19 r.
- 40 - CHITTY (D.)
Control of rats and mice Rats.
Clarendon press Oxford (1954) 2, 532/560
- 41 - CHRISTEN (Y.)
Les rats : des adversaires coriaces.
La recherche (1975) 6, 61, 983/985
- 42 - COSNIER (J.)
Le gréganisme de contact du rat d'élevage.
Effet de groupe chez les animaux - colloque international du CNRS
n° 173 (1967) 341/359, bibl : 25 r.
- 43 - COUREGES (R.)
Les méfaits des rats et le problème de leur destruction.
Thèse de doctorat vétérinaire, Paris (1937)
- 44 - COWAN (P.E.)
Systematic patrolling and orderly behaviour of rats during recovery from deprivation.
Animal behaviour (1977) 25, 171/184, bibl : 52 r.
- 45 - COWAN (P.E.)
Neophobia and neophilia : new object and new place reactions of three Rattus species.
Journal of comparative and physiological psychology (1977) 91, 1, 63/71, bibl : 43 r.

- 46 - COWAN (P.E.), BARNETT (S.A.)
The new-object and new-place reactions of *Rattus rattus* L.
Zoological journal of the Linnean society (1975) 56, 3, 219/234
bibl : 39 r.
- 47 - CZYBA (J.C.), COSNIER (J.), GIROD (C.), LAURENT (J.L.)
Ontogénèse de la sexualité humaine
Simep-éditions (1973) 165 p.
- 48 - DAHAN (G.), COSNIER (J.)
L'environnement et la régulation du comportement : le comportement
d'exploration
Revue du comportement animal (1967) 5, 63/72, bibl : 28 r.
- 49 - DANGUIR (J.)
Qui dine, dort....
La recherche (1980) 11, 117, 1444/1445, bibl : 5 r.
- 50 - DAVIS (D.E.)
The survival of wild brown rats on a maryland farm.
Ecology (1948) 29, 4, 437/448
- 51 - DAVIS (D.E.)
The characteristics of global rat populations.
American journal of public health (1951) 41, 2, 158/163, bibl : 12 r.
- 52 - DAVIS (H.), CASTA (A.), SCHATE (G.)
Urban rat surveys.
Department of health, education and welfare publication n° (CDC)
77-8344 (1977) 22 p.
- 53 - DENVER WILDLIFE RESEARCH CENTER
Vertebrate damage control research in agriculture annual report.
(1977) 86 p.
- 54 - DENVER WILDLIFE RESEARCH CENTER
Vertebrate damage control research in agriculture : annual report.
(1978) 129 p.
- 55 - DICTIONNAIRE
Petit Larousse illustré.
Larousse éditions (1972)
- 56 - DUBOCK (A.C.)
Rodent control in Hungary.
Anglo Hungarian Plant Protection symposium Cambridge March 27-29
(1979) bibl : 37 r.
- 57 - EIBL - EIBESFELDT (I.)
Ethologie : biologie du comportement.
Naturalia et Biologia - éditions scientifiques Paris - 4ème édition,
(1977) 576 p.

- 58 - EPPO Bulletin
Guide-lines for the development and biological evaluation of Rodenticides.
EPPO bulletin (1975) 5, 1, 49 p.
- 59 - ESTIOKO (B.R.)
Sugarcane yield losses due to rodents with reference to species distribution, infield stalk damage, varietal preference and movement under philippine conditions.
Thèse PhD université des Philippines à Los Banos (1978) non publié.
- 60 - EWER (R.F.)
The biology and behaviour of a Free-living population of black rats (*Rattus rattus*).
Animal behavior monography (1971) 4, 3, 127/171, bibl : 1 p.
- 61 - FALL (M.W.)
The use of red light for handling wild rats.
Laboratory animal Science (1974) 24, 4, 686/687, bibl : 9 r.
- 62 - FALL (M.W.)
Rodents in tropical rice.
Bulletin technique n° 36 (1977) Rodent research center University of the Philippines at Los Banos college, Laguna.
- 63 - FARR (L.); ANDREWS (R.V.)
Rank associated differences in metabolic rates and locomotor activity of dominant and subordinate *Peromyscus maniculatus*.
Comparative biochemistry and physiology (1978) 61 A, 401/406, bibl : 42 r.
- 64 - FARR (L.), ANDREWS (R.V.)
Rank associated desynchronization of metabolic and activity rhythms of *Peromyscus maniculatus* in response to social pressure.
Comparative biochemistry and physiology (1978) 61 A, 539/542, bibl : 30 r.
- 65 - FLANELLY (K.), LORE (R.)
Observations of the subterranean activity of domesticated and wild rats (*Rattus norvegicus*) : a descriptive study.
The Psychol. Rec. (1977) 2, 315/329, bibl : 8 r.
- 66 - FRANTZ (S.C.)
Procedures for collecting rats for anticoagulant resistance studies - urban rat control projects.
US department of health, education and welfare DRAFT 3/29/77
16 p.
- 67 - FRANTE (S.C.)
Procedures for sampling urban rat populations for anticoagulant resistance evaluation.
2nd ASTM symposium on test methods for vertebrate pest control and management materials (1978) 17p. bibl : 15 r.

- 68 - FRANTZ (S.C.)
Assignment report : rodent control in Kuwait.
WHO/OMS un published document, EM/VBC/B (1978) 74p.
bibl : 72 r.
- 69 - GANDOLFI (G.), PARISI (V.)
Ethological aspects of predation by rats, *Rattus norvegicus* (Berkenhout), on bivalves *Unio pictorum* (L.) and *Cerastoderma lamarchi* (Reeve).
Bull. Zool. Ital. (1973) 40, 1, 69/74
- 70 - GIBAN (J.)
Experience de dératisation temporaire ou permanente, à l'aide de blé au coumafène.
Annales Epiphyties (1968) 19, 4, 629/658, bibl : 27 r.
- 71 - GIBAN (J.)
Les raticides anticoagulants sont-ils condamnés à disparaître ?
Cahiers de médecine vétérinaire (1972) 41, 21/30, bibl : 1 p.
- 72 - GOLVAN (Y.J.)
La lutte biologique contre la bilharziose.
La recherche (1978) 9, 89, 486/489
- 73 - GRAMET (P.)
Des connaissances bio-éthologiques nécessaires pour lutter efficacement contre les rats.
Cah. Z 15 agro France (1973) 281/283
- 74 - GRAMET (P.H.)
Comment se débarrasser des rats ?
Bulletin ITP (1977) 5, 41/48
- 75 - GRAMET (P.)
Chasser rats, souris et autres rongeurs.
La vie en vert - Rustica - Dargaud éditions (1980) 93p.
- 76 - GRASSE (P.P.)
L'éthologie ou science du comportement.
Encyclopédie de la pléiade zoologie I (1963) 181/316
- 77 - GRATZ (N.G.)
A critical review of currently used single-dose rodenticides.
Bulletin OMS (1973) 48, 4, 469/477, bibl : 35 r.
- 78 - GREAVES (J.H.)
Rodenticides
Report on applied chemistry - Control of Pests.
465/473, bibl : 1 p.
- 79 - GREAVES (J.H.)
Resistance to anticoagulants in rodents.
Pesticide Science G.B. (1971) 2, 6, 276/279, bibl : 26 r.

- 80 - GROLEAU (P.)
Contribution à l'étude des Rodenticides : la crimidine.
Thèse doctorat vétérinaire Paris (1959)
- 81 - GROTA (L.J.), ADER (R.)
Continuous recording of maternal behaviour in *Rattus norvegicus*.
Animal Behaviour (1969) 17, 4, 722/729, bibl : 6 r.
- 82 - GUYOMARC'H (J.C.)
Ethologie.
Masson (Paris, New-York, Barcelone, Milan) (1980) 180 p.
bibl : 87 r.
- 83 - HEYMER (A.)
Vocabulaire éthologique : allemand-anglais-français.
PUF Paris - P. Parey Berlin Hamborn 237 p.
- 84 - HOLST (D.V.)
Renal failure as the cause of death in *Tupaia belangeri* exposed to
persistent social stress.
Journal of comparative physiology (1972) 78, 236/273, bibl : 60 r.
- 85 - HOWARD (W.E.), MARSH (R.E.)
Rat control manual.
Pest. control (USA) (1974), 42, 8, D/U
- 86 - IRISSON (M.)
La nidation différée
Thèse de doctorat vétérinaire Lyon (1976)
- 87 - JACKSON (W.B.)
Feeding patterns in domestic rodents.
Pest. control (1965) août 33 - 4 p : 12-13-50-52, bibl : 16 r.
- 88 - JACKSON (W.B.)
Rodent management : the man/environment interface.
"Populations of small mammals under natural conditions" Special publi-
cation series Vol 5 - Pymatuning Laboratory of Ecology - University
of Pittsburgh - Pittsburgh - Pennsylvania 15260 (1978)
203/206, bibl : 13 r.
- 89 - KEFFER (M.O.)
Feeding behavior of the wild norway rat.
Thèse MS Bowling Green State University (1967) non publié
- 90 - KENNELLY (J.J.), JOHNS (B.E.) GARRISON (M.V.)
Influence of steriles males on fecundity of a rat colony.
The journal of wildlife management (1972) 36, 1, 161/165, bibl : 10 r.
- 91 - LA FONTAINE
Le rat de ville et le rat des champs
Livre I fable 9 - Gallimard éd., bibliothèque La Pléiade.

- 92 - LA VOIE (G.K.), GLAHN (J.F.)
 Ultrasound as a deterrent to *Rattus norvegicus*.
 Journal of stored product research (1977) 13, 23/28, bibl : 9 r.
- 93 - LE LOUARN (H.), SAINT GIRONS (M.C.)
 Les rongeurs de France : faunistique et biologie.
 INRA - annales de zoologie - écologie animale numéro hors série
 (1977) 163 p.
- 94 - LE MAGNEN (J.)
 Etude des phénomènes olfactosexuels chez le rat blanc.
 Comptes rendus de la société de biologie de Paris (1951) 145,
 851/860, bibl : 2 r.
- 95 - LE MAGNEN (J.)
 Quand les animaux n'ont plus faim.
 La recherche (1980) 11, 112, 728/729, bibl : 3 r.
- 96 - LE MAGNEN (J.), DEVOS (M.)
 Parameters of the meal pattern in rats : their assesment and phy-
 siological significance.
 Neuroscience and biobehavioral reviews (1980) 4, suppl. 1,
 1/11, bibl : 48 r.
- 97 - LEMBREZ (J.P.)
 Résistance des rongeurs aux rodenticides anticoagulants.
 Thèse Doctorat Vétérinaire Toulouse (1975)
 bibl : 6 p.
- 98 - LEWONTIN (R.)
 L'adaptation.
 L'évolution - pour la science - scientific american, Belin éd. (1978)
 132/144, bibl : 3 r.
- 99 - LORE (R.), FLANNELLY (K.)
 Habitat selection and burrow construction by wild *Rattus norvegicus*
 in a landfill.
 Journal of comparative and physiological psychology (1978) 92, 5,
 888/896, bibl : 10 r.
- 100 - LORENZ (K.)
 Les rats.
 "L'agression, une histoire naturelle du mal" Flammarion éd. (1969)
 172/180
- 101 - MARSH (R.E.)
 Theory and potential value of rodent chemo-sterilisants.
 An published document WHO/WBC/70.176 4, bibl : 12 r.
- 102 - MARSH (R.E.)
 Recent and future developments in rodenticides.
 Bulletin of the Society of Vector Ecologist (1975) 2,
 1/5, bibl : 5a - 5b 52r.

- 103 - MARSH (R.E.), HOWARD (W.E.)
A new series of acute rodenticides.
International Pest Control (1975) novembre-décembre
4/9
- 104 - MARSH (R.E.), HOWARD (W.E.)
New perspectives in rodent and mammal control.
Proceedings of the third international biodegradation symposium (J.M.
SHARPLEY and A.M. KAPLAN, Eds) August 17-23 (1975) Kingston, Rhodes
Island, 317/329 Applied Science publishers Ltd,
London, (1976) 1138
- 105 - MAURIN BLANCHET
Biologie et destruction des principaux rongeurs de France.
Thèse de Doctorat Vétérinaire, Paris (1965)
- 106 - MITCHELL (D.)
Experiments on neophobia in wild and laboratory rats : a reevaluation.
Journal of comparative and physiological psychology (1976) 90, '2,
190/197, bibl : 41 r.
- 107 - MITCHELL (D.)
The psychological versus the ethological rat : two views of the poison
avoidance behavior of the rat compared.
Animal learning and behavior (1978) 6, 1, 121/124, bibl : 26 r.
- 108 - NEUHAUS (W.)
The causes and extent of damage to cables by rats.
Anzeiger für schädlingskunde (1957) 30, 81/83
- 109 - PALLAUD (B.)
Contribution à une étude de l'influence de la hiérarchie sur l'appren-
tissage chez la souris.
Revue du comportement animal (1971) 5, 4, 289/292
- 110 - PISANO (R.G.), STORER (T.I.)
Burrows and feeding of the norway rat.
Journal of Mammalogy (1948) 29, 374/383
- 111 - POOLE (T.B.), FISH (J.)
An investigation of playful behavior in *Rattus norvegicus* and *Mus
musculus*.
Journal of zoology (1975) 175, 1, 61/71, bibl : 29 r.
- 112 - PRATT (H.D.), BJOMSON (B.F.), LITTIG (K.S.)
Control of domestic rats and mice.
Department of Education and Welfare (1976) publication n° (CDC)
76 8141, 47p.bibl : 117 r.
- 113 - PRATT (H.D.), BROWN (R.Z.)
Biological factors in domestic rodent control.
Department of health, education and welfare publication n° (CDC) 76
8144 (1976) 30p.bibl : 104 r.

- 114 - PRATT (H.D.), JOHNSON (W.H.)
Sanitation in the control of insects and rodents of public health importance.
Department Health, education and welfare publication n° (CDC) 76 8138 (1975) 42p.bibl : 52 r.
- 115 - PRICE (E.O.)
Burrowing in wild and domestic norway rats.
Journal of mammalogy USA (1977) 58, 2, 239/240, bibl : 5 r.
- 116 - PUJOL (R.), DUBOIS (D.)
Le jardin des sciences naturelles : le rat
par PINTE (F.) Les matinées du mois d'août France-Culture, 27/8/80.
- 117 - RAMADE (F.)
Eléments d'écologie appliquée.
Ediscience Mc Grawhill Paris (1974) 522 p.
- 118 - REINBERG
Des rythmes biologiques à la chronobiologie.
Collection "discours de la méthode" Gauthier Villars éd (1974) 126, bibl : 88 r.
- 119 - REISER
La vie des bêtes.
Editions du Square, 64 p.
- 120 - RICHARD-YRIS (M.A.)
Contribution à l'étude écoéthologique du mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*) : analyse des relations interindividuelles et des rythmes d'activité.
Thèse de Doctorat du 3ème cycle - Université de Rennes (1976) 217, bibl : 234 r.
- 121 - RICHTER (C.P.)
Artifactual seven day cycles in spontaneous activity in wild rodents and squirrel monkeys.
Journal of comparative physiological psychology (1976) 90, 6, 572/582, bibl : 17 r.
- 122 - ROBITAILLE (J.A.), BOVET (J.)
Field observations on the social behavior of the norway rat, *Rattus norvegicus* (Berkenhout).
Biologie du comportement (1976) 1, 4, 289/308, bibl : 12 r.
- 123 - ROGERS (P.V.), RICHTER (C.P.)
Anatomical comparison between the adrenal glands of wild norway, wild alexandrine and domestic norway rats.
Endocrinology (1948) 42, 1, 46/55, bibl : 20 r.
- 124 - ROUBERTOU (J.)
La lutte contre les rongeurs nuisibles.
Thèse de Doctorat Vétérinaire, Paris (1952)

- 125 - ROYET (J.P.)
Apprentissage d'une aversion alimentaire à base olfactive chez le rat - effets sur la consommation et sur les réponses électriques du bulbe olfactif.
DES de sciences naturelles - Université Claude Bernard de LYON,
(1975) 58 p. bibl : 110 r.
- 126 - SAINT GIRONS (M.C.)
Les mammifères de France et du Bénélux (faune marine exceptée).
Doin éd. Paris (1973)
- 127 - SALMON (T.P.), MARSH (R.E.), WHITE (K.)
Record weight wild norway rats.
California vector views (1977) 24, 182, 6/9/, bibl : 5 r.
- 128 - SANTINI (R.)
Dictionnaire pharmacotoxicologique pour l'expérimentation animale.
Ed. du Couloir de Gaule SARL, BP 77, 65110 CAUTEREST, FRANCE (1977)
109p.
- 129 - SHUMAKE (S.A.)
Food preference behavior in birds and mammals.
ACS symposium series n° 67 "flavor chemistry of animal foods" Bullard
(R.W.) edt (1978) 21/42, bibl : 114 r.
- 130 - TAMARIN (R.H.)
Dispersal population regulation and K-selection in field mice.
The american naturalist (1978) 112, 985, 545/555, bibl : 61 r.
- 131 - TAYLOR (G.T.)
Influence of female's sexual cycle on aggressiveness in male rats.
Journal of comparative and physiological psychology (1976) 90, 8,
740/746, bibl : 27 r.
- 132 - TAYLOR (K.D.)
Range of movement and activity of common rats (*Rattus norvegicus*) on agricultural land.
Journal of applied ecology (1978) 15, 663/677, bibl : 5 r.
- 133 - TAYLOR (K.D.), QUY (R.J.)
Long distance movements of a common rat (*Rattus norvegicus*) revealed by radio tracking.
Mammalia (1978) 42, 1, 63/71, bibl : 7 r.
- 134 - THERIEN (G.)
Ratopolis.
Presses de l'Université du Québec diffusion Vuiber
- 135 - THERIEN (G.)
Film 16 mm standard son optique couleurs 50 mn : ratopolis.
diffusé par le Seuil Audiovisuel, 29 rue Guénégaud, PARIS (6ème)

- 136 - TINBERGEN (N.)
 L'étude de l'instinct.
 La petite bibliothèque Payot - édition de (1969) 312p.
 bibl : 290 r.
- 137 - TOMA (B.)
 Zoonoses bactériennes et virales.
 Polycopié de la Chaire de Maladies Contagieuses, Ecole Nationale
 Vétérinaire d'Alfort - France (1980)
- 138 - VALATX (J.L.)
 Cycle veille-sommeil et température cérébrale du rat albinos - effets
 de l'exposition prolongée à des ambiances thermiques neutres et
 chaudes.
 Thèse de Doctorat de 3ème cycle - Université Claude Bernard LYON
 (1973) 94p.bibl : 153 r.
- 139 - VINOGRADOV (B.S.), ARGIROPULO (A.I.)
 Fauna of the USSR - Mammals - Key to rodents
 Academy of Sciences of the USSR (1941) Israel program for scientific
 translations (1968)
- 140 - WECKER (S.)
 Ecological monographs (1963) 33, 307/323
- 141 - WEST (R.R.), FALL (M.W.), LIBAY (J.L.)
 Reducing interactions among rats to improve bait acceptance.
 The philippine agriculturist (1975) 59, 182, 31/36, bibl : 8 r.
- 142 - Zoo de HAYE - GECNAL
 Petits mammifères européens.
 A. Leson ed. Paris (1977) 160p.bibl : 33 r.

ANNEXES



Annexe n° 1

Aliment Composé Complet
Entretien RATS et SOURIS A 04

U A R

7, rue Galliéni - Villemoisson sur Orge - 91360 Epinay sur Orge

Composants :

- 1 - orge, blé, maïs
- 2 - remoulages
- 3 - tourteaux de soja, farine de poisson
- 4 - composé minéral vitaminisé UAR

Garanties :

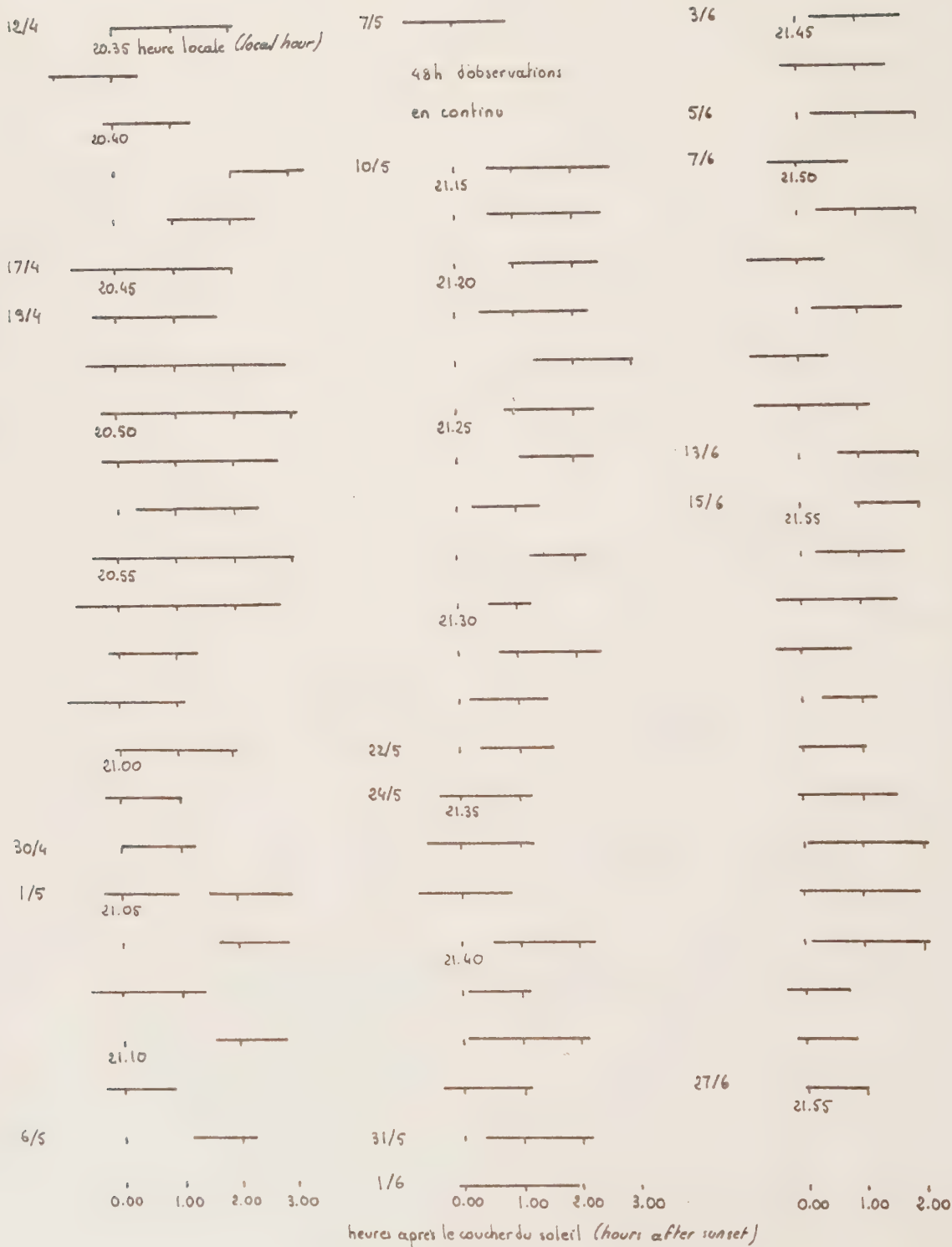
au maximum	humidité	13	p. 100
	matières cellulosiques	5	p. 100
	matières minérales	6	p. 100
au minimum	matières azotées totales	17	p. 100
	matières grasses	2,5	p. 100

Vitamines :

Vitamine A	7.000 UI/kg
Vitamine D	1.500 UI/kg
groupe B	

Composition de l'aliment distribué au cours de l'expérimentation
(composition of the food given to the rats during the study)

Annexe n°2



heures d'observation pendant la première partie de l'expérimentation
 (observations hours during the first part of the study)

Annexe 3

Jours après le lâcher	Date	Heures d'observation	Début du crépuscule	Début de l'aube
185 - 186	13-14/10/79	13.10 - 13.10	18.05	6.10
199 - 200	27-28/10/79	13.00 - 13.00	17.38	6.32
213 - 214	10-11/11/79	10.45 - 10.45	17.16	6.54
276 - 277	23-24/11/79	15.50 - 15.50	17.01	7.14
241 - 242	8- 9/12/79	15.55 - 15.55	16.52	7.32
255 - 256	22-23/12/79	10.15 - 10.15	16.54	7.44
300 - 301	5- 6/ 2/80	12.30 - 12.30	17.52	7.17

Les observations de 24 heures durant la deuxième partie de l'expérimentation

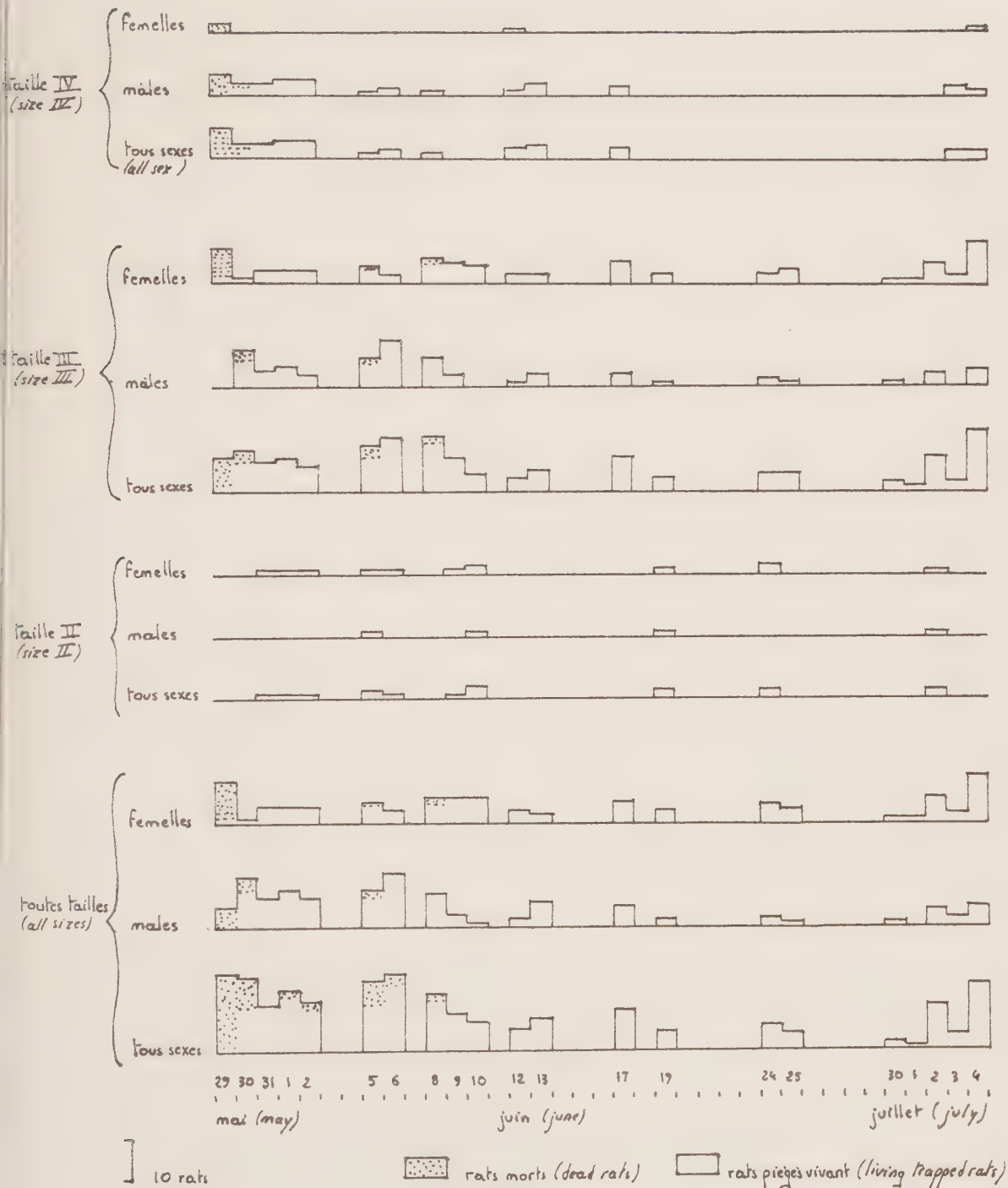
(24 hours observations during the second part of the study)

Annexe 4

Jours après le lâcher	Date	Heures d'observations	Début du crépuscule	Début de l'aube	Animaux suivis
343	19/3/80	16.45 - 0.40	19.00	5.57	Mâle 1 Femelle 3
345	21/3/80	0.20 - 7.20	* 19.02	5.53	Mâle 1 Femelle 3
347	23/3/80	17.10 - 1.00	19.07	5.49	Mâle 2 Femelle 5
348	23/4/80	17.20 - 1.00	19.08	5.47	Mâle 4 Femelle 6
350	26/3/80	0.50 - 7.40	* 19.10	5.42	Mâle 2 Femelle 6
352	28/3/80	0.50 - 7.45	* 19.13	5.38	Mâle 4 Femelle 5
353	29/3/80	17.10 - 1.00	19.15	5.36	Mâle 1 Mâle 7
354	30/3/80	17.10 - 1.00	19.17	5.34	Mâle 2 Femelle 6
355	31/3/80	17.10 - 1.00	19.18	5.32	Mâle 4 Femelle 3
356	1/4/80	17.10 - 1.00	19.20	5.30	Mâle 7 Femelle 5
358	3/4/80	0.50 - 7.40	* 19.21	5.26	Mâle 1 Mâle 7
359	4/4/80	0.50 - 7.40	* 19.23	5.24	Mâle 2 Femelle 6
360	5/4/80	0.50 - 7.30	* 19.24	5.22	Mâle 4 Femelle 5
361	6/4/80	0.50 - 7.30	* 19.26	5.20	Mâle 7 Femelle 3

* du jour précédent

Les observations durant la troisième partie de l'expérimentation*(Observations during the third part of the study)*



déroulement de la capture à la fin de l'expérimentation
(capture at the end of the study)

Annexe n°6

Etude de 664 passages d'une unité comportementale à une autre.

(664 passages from one to another behavioral unit)

Colonnes : unités fonctionnelles suivantes

(Columns : following behavioral unit)

Lignes : unités fonctionnelles précédentes

(Lines : preceding behavioral unit)

Pour chaque case, de haut en bas) :

(for each case, from top to bottom):

nombre de passages observés *(observed passages numbers)*

pourcentage observé *(observed percentage)*

intervalle de confiance *(confidence interval)*

pourcentage théorique (cf I.3.2) *(theoretic percentage)*

	vigilance	contact naso- naso-nasal	mouvement vers	attaque	posture de boxe	renversement	rouler bouler
vigilance	-	-	4	2	-	-	1
heedfulness		-	0,6	0,3	-	-	0,2
		0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3
		0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
contact nasal	-		1	4	-	-	-
naso-nasal	-		0,2	0,6	-	-	-
touching	0,2		0,2	0,2	-	0,2	0,2
	0,1		0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
rencontre	3	1	-	2	-	-	-
hasard	0,5	0,2	-	0,3	-	-	-
hasard	0,3	0,2	0,2	0,3	-	0,2	0,2
encounters	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1
mouvement	16	9		9	1	-	2
vers	2,4	1,4		1,4	0,2	-	0,3
going to	0,7	0,5		0,7	0,3	0,6	0,6
	0,8	0,5		0,8	0,2	0,6	0,6
attaque	1	1	1		3	2	4
attack	0,2	0,2	0,2		0,5	0,3	0,6
	0,4	0,3	0,3		0,2	0,3	0,3
	0,3	0,2	0,2		0,1	0,2	0,2
posture de	-	-	-	-	-	1	1
boxe	-	-	-	-	-	0,2	0,2
reared up paws	-	-	-	-	-	0,3	0,3
on-boxing	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0
renversement	-	-	-	-	-		-
falling down	-	-	-	-	-		-
	0,2	-	-	0,2	-		-
	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
rouler	-	-	-	-	-	-	
bouler	-	-	-	-	-	-	
wrestling	0,2	0,2	-	0,2	-	0,2	
	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	

Saut en l'air	Morsure	Morsure à la croupe	Fuite	Poursuite	Menace	Séquestration	
-	-	-	17	9	2	5	40 Vigilance
-	-	-	2,6	1,4	0,3	0,8	6,0
0,5	0,2	0,2	0,7	1,1	0,3	1,0	1,8
0,4	0,1	0,1	0,9	1,9	0,2	1,7	
-	1	-	9	7	4	-	26 Contact naso-
-	0,2	-	1,4	1,0	0,6	-	3,9 nasal
0,3	0,2	0,2	0,6	0,8	0,2	0,8	1,5
0,2	0,1	0,1	0,6	1,2	0,1	1,1	
-	1	-	5	19	-	1	32 Rencontre
-	0,2	-	0,8	2,9	-	0,2	4,8 hasard
0,4	0,2	0,2	0,6	0,9	0,2	0,9	1,7
0,3	0,1	0,1	0,7	1,5	0,1	1,3	
6	1	-	27	75	3	8	157 Mouvement vers
0,9	0,2	-	4,1	11,3	0,5	1,2	23,6
0,9	0,5	0,5	1,4	2,0	0,6	1,9	3,3
1,5	0,4	0,4	3,5	7,4	0,6	0,4	
5	3	-	8	22	1	9	60 Attaque
0,8	0,5	-	1,2	3,3	0,2	1,4	9,0
0,6	0,2	0,3	0,9	1,3	0,3	1,2	2,2
0,6	0,1	0,2	1,3	2,9	0,2	2,5	
-	-	-	2	-	1	-	5 Posture de
-	-	-	0,3	-	0,2	-	0,8 boxe
-	-	-	0,2	0,3	0,3	0,3	0,7
0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	
1	-	-	-	12	-	-	13 Renversement
0,2	-	-	-	1,8	-	-	2,0
0,2	-	-	0,4	0,6	0,2	0,5	1,1
0,1	0,0	0,0	0,3	0,6	0,1	0,5	
3	-	-	9	3	-	-	15 Rouler bouler
0,5	-	-	1,4	0,5	-	-	2,3
0,2	-	-	0,4	0,6	0,2	0,6	1,2
0,1	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,6	

	Vigilance	Contact naso- nasal	Mouvement vers	Attaque	Posture de boxe	Renversement	Rouler bouler
Saut en l'air <i>jump</i>	- - 0,2 0,1	1 0,2 0,2 0,1	- - 0,2 0,1	1 0,2 0,2 0,1	- - - 0,0	- - 0,2 0,1	- - 0,2 0,1
Morsure <i>biting</i>	- - 0,2 0,1	- - 0,2 0,1	- - 0,2 0,1	- - 0,2 0,1	- - - 0,0	- - 0,2 0,1	- - 0,2 0,1
Morsure à la croupe <i>rump biting</i>	- - 0,2 0,1	- - - 0,0	- - - 0,0	- - 0,2 0,1	- - - 0,0	- - - 0,0	- - - 0,1
Fuite <i>flight</i>	- - 0,4 0,3	- - 0,3 0,2	8 1,2 0,3 0,2	- - 0,3 0,2	- - 0,2 0,1	- - 0,3 0,2	- - 0,3 0,2
Poursuite <i>poursuit</i>	3 0,5 0,7 1,5	3 0,5 0,8 1,0	- - 0,8 1,0	1 0,2 0,7 1,3	- - 0,5 0,4	12 1,8 0,8 1,0	8 1,2 0,8 1,0
Menace <i>threat posture</i>	- - 0,2 0,1	- - 0,2 0,1	- - 0,2 0,1	2 0,3 0,2 0,1	2 0,3 0, 0,0	- - 0,2 0,1	- - 0,2 0,1
Séquestration <i>sequestration</i>	- - - 0,0	- - - 0,0	- - - 0,0	- - - 0,0	- - - 0,0	1 0,2 0,3 0,0	- - - 0,0
Totaux	23 3,5 1,4	15 2,3 1,2	14 3,1 1,1	21 3,2 1,4	6 0,9 0,7	16 2,4 1,2	16 6,0 1,2

Saut en l'air	Morsure	Morsure à la croupe	Fuite	Poursuite	Menace	Séquestration		
	-	-	6	15	-	2	25	Saut en l'air
	0,2	0,2	0,9	2,3	-	0,3	3,8	
	0,1	0,1	0,6	0,8	0,2	0,8	1,5	
			0,6	1,2	0,1	1,1		
1		-	-	3	3	9	16	Morsure
0,2		-	-	0,5	0,5	1,4	2,4	
0,2		-	0,5	0,7	0,2	0,6	1,2	
0,1		0,0	0,4	0,8	0,1	0,6		
9	-		-	2	-	-	11	Morsure à la croupe
1,4	-		-	0,3	-	-	1,7	
0,2	-		0,3	0,5	-	0,5	1,0	
0,1	0,0		0,2	0,5	0,0	0,4		
-	-	-		32	-	4	44	Fuite
-	-	-		4,8	-	0,6	6,6	
0,5	0,2	0,2		1,2	0,3	1,1	1,9	
0,5	0,1	0,1		2,4	0,2	2,0		
14	2	11	-		3	138	195	Poursuite
2,1	0,3	1,7	-		0,5	20,3	29,4	
1,2	0,6	0,6	1,9		0,8	2,4	3,5	
2,6	0,6	0,7	6,1		1,1	11,2		
-	1	-	11	2			18	Menace
-	0,2	-	1,7	0,3			2,7	
0,3	0,3	-	0,5	0,7		0,6	1,3	
0,2	0,0	0,0	0,4	0,9		0,7		
1	1	-	1	3	-		7	Séquestration
0,2	0,2	-	0,2	0,5	-		1,1	
0,2	0,3	-	0,3	0,5	-		0,8	
0,1	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0			
Totaux	40	10	11	95	204	176	664	
	6,0	1,5	1,7	14,3	30,7	26,5		
	1,8	0,9	1,0	2,7	3,6	3,4		

Annexe n° 7

Etude de la hiérarchie sociale durant la première partie de l'expérimentation
(study of the social hierarchy during the first part of the study)

Etude des relations entre les rats pris deux à deux pour :
(study of relations between rats taken two by two for :)

les victoires et défaites
(victories and defeats)

les comportements d'approche et de reconnaissance
(approach and recognition behaviors)

les comportements d'attaque, menace et séquestration
(attack, threat and sequestration behaviors)

les comportements de fuite et d'éloignement
(removal and flight behaviors)

les comportements de poursuite
(pursuit behaviors)

durant les première, deuxième et troisième période, ainsi que sur toute la première partie
(during the first, second and third period and the whole first part)

dans chaque tableau : colonne : rat recevant le comportement
in each table : column : rat receiving the behavior

ligne : rat faisant le comportement
line : rat doing the behavior

dans chaque case : nombre de comportements observés
in each case : number of observed behavior

pourcentage observé par rapport au total des comportements observés
observed percentage in reference with the total of observed behaviors

intervalle de confiance à 5 p. 100 de risque
5 p. 100 interval confidence

pourcentage théorique $x \longrightarrow y$
theoretic percentage $x \longrightarrow y$

pourcentage théorique $y \longleftarrow x$
theoretic percentage $y \longleftarrow x$

	Mâle LA		Femelle LA		Mâle LY	
Mâle LA	2	0,8	0,1	0,2	0,9	0,9
Femelle LA	10	3,8	2,3	4,6	5,1	5,1
Mâle LY	150	56,6	6,1	50,4	50,8	50,8
Femelle LY	1	0,3	0,7	4,3	4,4	4,4
Mâle LO	50	18,9	4,8	16,1	16,4	16,4
Femelle LO	3	1,1	1,3	5,3	5,2	5,2
	214	88,8	4,9			
	29	10,9	3,8			

	Femelle LY		Mâle LO		Femelle LO		Total
Mâle LA	0	-	-	0,1	0,3	-	4 1,5 1,5
Femelle LA	0	-	1,1	1,3	0,2	-	15 5,7 2,8
Mâle LY	1	0,3	1,9	1,5	2,6	-	163 61,5 5,8
Femelle LY	0	-	0,3	0,7	0,2	-	14 5,3 2,8
Mâle LO	6	2,3	-	-	0,3	-	52 19,6 4,9
Femelle LO	7	2,6	3,4	2,2	-	-	17 6,4 3,0
							265

Victoires et défaites. Première période.
(Victories and defeats) - first period

	Mâle LA	Femelle LA	Mâle LY
Mâle LA			
Femelle LA			
Mâle LY			
Femelle LY			
Mâle LO			
Femelle LO			
	2	1,8 2,5 0,7 1,6	0 - - 0,0 0,0
	4	3,6 3,5 9,1 9,1	0 - - 0,0 0,0
	4	3,6 3,5 1,4 1,4	0 - - 0,0 0,0
	3	2,7 3,1 15,9 15,8	1 0,9 1,8 0,5 0,4
	29	25,9 8,3 10,5 10,5	0 - - 0,3 0,2
	42	37,5 9,1	1 0,9 1,8

	Femelle LY	Mâle LO	Femelle LO	Total
Mâle LA				
Femelle LA				
Mâle LY				
Femelle LY				
Mâle LO				
Femelle LO				
	0	0 - - 0,0 0,0	0 - - 0,0 0,0	2 1,8 2,5
	0	0 - - 0,0 0,0	1 0,9 1,8 0,0 0,0	1 0,9 1,8
	1	0,9 1,8 0,4 0,4	0 - - 0,3 0,2	27 24,1 8,1
	0	0 - - 0,1 0,0	0 - - 0,0 0,0	4 3,6 3,5
	1	0,9 1,8 0,5 0,5	0 - - 0,5 0,4	47 42,0 9,3
	2	1,8 2,5	1 0,9 1,8	31 27,7 8,5
				112

Victoires et défaites. Troisième période.

(Victories and defeats)- third period)

	Mâle IA		Femelle IA		Mâle IY	
Mâle IA						
Femelle IA	12	1,6	0,9	2,1	2,5	
Mâle IY	373	48,4	3,6	39,1	39,2	
Femelle IY	2	0,3	0,4	4,0	4,2	
Mâle LO	160	20,8	2,9	17,1	17,4	
Femelle LO	12	1,6	0,9	10,3	10,2	
	559	72,6	3,2			
	135	17,5	2,7			

	Femelle LY		Mâle LO		Femelle LO		Total	
Mâle IA	0	—	—	—	0,0	0,0	7	0,9
Femelle IA	1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	22	2,9
Mâle IY	6	0,8	0,6	3,0	2,9	0,4	421	53,4
Femelle IY	5	0,6	0,6	1,3	1,3	0,0	42	5,5
Mâle LO	29	3,8	1,4	0,8	0,8	0,2	180	23,4
Femelle LO	41	5,3	1,6				108	14,0
							770	2,5

victoires et défaites. total sur la première partie
(Victories and defeats) — first part)

	Mâle LA			Femelle LA			Mâle LY								
Mâle LA	14	8	4,2	8,4	4,2	9	5,2	3,4	5,5	7,3	74	42,8	7,5	32,2	40,0
Femelle LA	26	15	5,4	14,3	12,1	4	2,3	2,3	1,9	3,2	5	2,9	2,6	6,9	6,1
Mâle AE	5	2,9	2,6	3,0	1,4	1	0,6	1,2	0,4	0,4	1	0,6	1,2	2,4	2,0
Femelle AE	12	6,9	3,9	6,9	3,2	1	0,6	1,2	0,9	0,9	3	1,7	2,0	5,5	4,7
Mâle LO	0	-	-	0,0	0,0	0	-	-	0,0	0,0	0	-	-	0,0	0,0
Femelle LO	57	32,9	12,4			15	8,7	7,4			33	48	13,2		

	Femelle LY				Mâle LO				Femelle LO				Total				
Mâle LA	5	2,9	2,6	2,7	3,9	9	5,2	3,4	3,6	4,8	0	-	-	-	97	56	13,1
Femelle LA	1	0,6	1,2	0,6	0,6	0	-	-	0,7	0,7	0	-	-	-	20	11,6	8,4
Mâle AE	2	1,2	2,7	0,9	1,7	1	0,6	1,2	1,2	2,1	0	-	-	-	3	19,1	10,0
Femelle AE	0	-	-	0,4	0,5	0	-	0,3	0,8	0,2	0	-	-	-	7	4,0	5,2
Mâle LO	0	-	-	0,0	0,0	0	-	-	0,0	0,0	0	-	-	-	16	9,2	7,6
Femelle LO	8	4,6	5,5			10	5,8	6,1			0	-	-	-	0	-	-
											0	-	-	-	173		

Comportements d'approche et de reconnaissance. Première période.
(*approach and recognition behaviors - first period*)

	Mâle LA	Femelle LA	Mâle LY
Mâle LA			
Femelle LA	4 5,1 5,0 11,8 7,8	3 3,8 3,8 5,6 7,7	5 6,3 5,5 2,8 4,7
Mâle LY	2 2,6 3,5 4,0 2,4	1 1,3 2,5 1,0 0,9	3 13,8 3,8 1,6 1,8
Femelle LY	6 7,6 5,7 9,8 5,6	1 1,3 2,5 2,5 2,1	0 - - 1,4 1,3
Mâle LO	6 7,6 5,7 6,9 4,6	0 - - 1,7 1,8	0 - - 0,9 1,1
Femelle LO	16 20,3 8,2 24,6 19,9	8 10,1 6,8 6,1 7,6	0 - - 3,4 4,7
	34 43 11,1	13 16,5 8,4	8 10,1 6,8

	Femelle LY	Mâle LO	Femelle LO	Total
Mâle LA	1 1,3 2,5	7 8,9 6,4 5,2 8,3	5 6,3 5,5 3,9 4,7	21 26,6 9,9
Femelle LA	0 - - 0,4 0,5	5 6,3 5,5 3,0 3,2	0 - - 2,3 1,8	12 15,2 9,1
Mâle LY	0 - - 0,1 0,1	1 1,3 2,5 1,0 1,0	0 - - 0,8 0,6	4 5,1 5,0
Femelle LY	0 - - 0,3 0,3	1 1,3 2,5 2,5 2,3	2 2,5 3,5 1,9 1,3	10 12,7 7,5
Mâle LO	1 1,3 2,5	0 - - 6,2 8,2	1 1,3 2,5 1,3 1,1	7 8,9 6,4
Femelle LO	2 2,5 3,5	14 17,7 8,6	8 10,1 6,8	25 31,7 10,5
				79

Comportements d'approche et de reconnaissance. Troisième période.
(*approach and recognition behaviors - third period*)

	Mâle LA	Femelle LA	Mâle LY
Mâle LA			
Femelle LA	38 19,3 2,9 10,3 6,7	21 5,1 2,2 4,8 6,6	114 27,8 4,4 16,7 23,0
Mâle LY	48 11,7 3,2 10,1 9,0	7 1,7 1,3 1,8 2,3	13 3,2 1,7 6,3 5,9
Femelle LY	19 4,6 2,1 5,6 3,5	2 0,5 0,7 1,0 0,9	8 12,0 1,4 3,4 3,1
Mâle LO	29 7,1 2,5 5,8 3,7	2 0,5 0,7 1,0 0,9	3 10,7 0,8 3,5 3,3
Femelle LO	29 5,8 2,3 6,7 4,1	8 2,0 1,4 1,2 1,0	2 10,5 0,7 4,1 3,6
	158 38,5 4,8	40 9,8 3,0	140 34,1 4,7

	Femelle LY			Mâle LO			Femelle LO			Total								
Mâle LA	10	2,4	1,5	2,5	3,8	17	4,1	2,0	3,9	5,6	8	2,0	1,4	1,6	2,3	170	41,5	4,9
Femelle LA	4	1,0	1,0	1,0	1,0	9	2,2	1,4	1,5	1,5	0	—	—	0,6	0,6	64	15,6	3,6
Mâle LY	4	1,0	1,0	0,9	1,3	2	10,5	0,7	1,4	2,0	2	0,5	0,7	0,6	0,8	63	15,4	3,6
Femelle LY						4	11,0	1,0	0,8	0,8	2	0,5	0,7	0,3	0,3	35	8,5	2,8
Mâle LO	0	—	—	0,5	0,5						2	0,5	0,7	0,3	0,3	36	8,8	2,8
Femelle LO	5	1,2	1,0	0,6	0,6	3	0,7	0,8	1,0	0,9						42	10,2	3,0
	23	5,6	2,3			35	5,6	2,3			14	3,4	1,8			410		

Comportements d'approche et de reconnaissance total sur la première partie
(*approach and recognition behaviors - first part*)

		Mâle LA			Femelle LA			Mâle LY							
Mâle LA															
Femelle LA	9	5,6	3,6	6,4	6,9	7	4,3	3,2	2,4	7,4	11	6,8	4,0	2,9	3,8
Mâle LY	81	50,3	7,9	47,9	46,2	14	8,7	4,4	11,8	12,0	4	2,5	2,5	1,9	0,9
Femelle LY	2	1,2	1,7	2,5	2,2	3	1,9	2,2	0,6	0,6	0	-	-	0,7	0,3
Mâle LO	18	11,2	5,0	10,9	9,7	4	2,5	2,5	2,7	2,5	0	-	-	3,2	1,3
Femelle LO	2	1,2	1,7	2,0	1,7	1	0,6	1,2	0,5	0,4	0	-	-	0,6	0,2
	112	69,6	7,3			29	18,0	6,1			15	9,3	4,6		

	Femelle LY	Mâle LO	Femelle LO	Total
Mâle LA	0 - - 0,2 0,5	2 1,2 1,7 0,3 0,8	0 - - -	20 12,4 5,2
Femelle LA	0 - - 0,1 0,1	0 - - 0,2 0,2	0 - - -	13 8,1 4,3
Mâle LY	1 0,6 1,2 0,8 0,8	1 0,6 1,2 1,3 1,2	0 - - -	97 60,2 7,7
Femelle LY		0 - - 0,1 0,1	0 - - -	5 3,1 2,7
Mâle LO	0 - - 0,2 0,2	0 - - 0,1 0,0	0 - - -	22 13,7 5,4
Femelle LO	1 0,6 1,2 0,0 0,0	0 - - 0,1 0,0	0 - - -	4 2,5 2,5
	2 1,2 1,7	3 1,9 2,2	0 - -	161

Comportements d'attaque, de menace et de séquestration.

Première période

(attack, threat and sequestration behaviors - first period)

	Mâle IA		Femelle LA		Mâle LY	
Mâle LA						
Femelle LA						
Mâle LY	3	1,2 1,4 1,8 2,5	8	3,1 2,2 2,0 4,3	8	3,1 2,2 0,5 0,6
Femelle LY	108	4,25 6,2 27,6 27,1	6	2,4 1,9 15,6 15,8	1	0,4 0,8 0,3 0,2
Mâle LO	1	0,4 0,8 3,4 3,4	11	4,3 2,5 1,9 2,0	2	0,8 1,1 0,5 0,3
Femelle LO	23	9,1 3,6 9,3 8,9	12	4,7 2,7 5,2 5,2	0	- - 1,3 0,7
	2	0,8 1,1 11,8 11,1	43	16,9 4,7 6,7 6,5	0	- - 1,7 0,9
	137	53,9 6,3	80	31,5 5,8	11	4,3 2,6

	Femelle LY		Mâle LO		Femelle LO		Total	
Mâle LA								
Femelle LA								
Mâle LY	0	- - 0,5 1,0	0	- - 0,1 0,3	0	- - 0,1 0,1	16	6,3 3,0
Femelle LY	2	0,8 1,1 0,3 0,3	0	- - 0,1 0,1	2	0,8 1,1 0,0 0,0	8	3,1 2,2
Mâle LO	4	1,6 1,6 1,1 1,0	4	1,6 1,6 1,1 1,0	0	- - 0,5 0,4	122	48,0 6,3
Femelle LO	6	2,4 1,9 1,3 1,2	1	0,4 0,8 0,1 0,1	0	- - 0,1 0,1	15	5,9 3,0
	7	2,8 2,1 1,6 1,5	0	- - 0,5 0,4	0	- - 0,2 0,1	41	16,1 4,6
	19	7,5 3,3	5	2,0 1,8	2	0,8 1,1	52	20,5 5,1
							254	

Comportements d'attaque, de menace et de séquestration. Deuxième période.
(*attack, threat and sequestration behaviors - second period*)

	Mâle LA		Femelle LA		Mâle LY	
Mâle LA						
Femelle LA	0	-	0,0	0,0	0	-
Mâle LY	0	-	1,9	1,8	0	-
Femelle LY	0	-	4,5	4,4	0	-
Mâle LO	12	25,0	12,5	11,0	0	-
Femelle LO	2	4,2	5,8	11,6	0	-
	14	19,2	13		0	-
					30	62,5 14,0

	Femelle LY		Mâle LO		Femelle LO		Total
Mâle LA	0	-	0,3	0,4	1	2,4	3 6,3 7,0
Femelle LA	0	-	-	-	0	-	0 - -
Mâle LY	0	-	0,3	0,3	0	-	3 6,3 7,0
Femelle LY	0	-	-	-	0	-	7 14,6 10,2
Mâle LO	0	-	1,7	1,5	0	-	17 35,4 13,8
Femelle LO	2	4,2	5,8	1,8	0	-	18 37,5 14,0
	2	4,2	5,8		1	2,1	48
					1	2,1 4,1	

Comportements d'attaque, de menace et de séquestration . Troisième période.
(attack, threat and sequestration behaviors - third period)

	Mâle LA		Femelle LA		Mâle LY	
Mâle LA						
Femelle LA	12	2,6	1,5	2,8	3,7	
Mâle LY	189	40,8	4,6	29,7	28,9	19 4,1 1,8 0,9 1,1 5 1,1 1,0 0,5 0,4
Femelle LY	3	0,6	0,7	3,6	3,5	
Mâle LO	53	11,4	3,0	10,7	10,0	2 0,4 0,6 0,6 0,3 0 - - 1,9 1,0
Femelle LO	6	1,3	1,1	9,9	9,1	0 - - 1,7 0,9
	263	56,8	4,6			26 5,6 2,1

	Femelle LY		Mâle LO		Femelle LO		Total
Mâle LA	0	-	0,4	1,0			
Femelle LA	2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,1	39 8,4 2,6
Mâle LY	5	1,1	2,0	2,5	0 - 0,1 0,1	0,0	21 4,5 1,9
Femelle LY	6	1,3	1,1	1,1	1,0	0,3	222 48,0 4,6
Mâle LO	10	2,2	1,4	0,8	0,1	0,0	27 5,8 2,2
Femelle LO	23	5,0	2,0		0 - - 0,1 0,1	0,1	80 17,3 3,5
					3 0,6 0,7		74 16,0 3,4
							463

Comportements d'attaque, de menace et de séquestration.

total sur la première partie

(attack, threat and sequestration behaviors - first part)

216

	Mâle IA		Femelle IA		Mâle LY	
Mâle IA	0	-	9	10,0	6,2	13,2
Femelle IA	0	-	4	4,4	4,3	1,4
Mâle LY	0	-	0	-	-	0,4
Femelle LY	0	-	1	1,1	2,2	0,4
Mâle LO	0	-	0	-	-	0,0
Femelle LO	0	-	14	15,4	7,6	
	0	-				

Comportements d'éloignement et de fuite. Première période
(removal and flight behaviors - first period)

	Mâle IA			Femelle IA			Mâle LY								
Mâle IA	1	0,7	1,4	0,8	0,4	2	1,4	1,9	2,5	1,8	36	24,3	7,1	18,1	17,9
Femelle IA	1	0,7	1,4	0,1	0,1	0	-	-	0	0,1	6	4,1	3,3	9,9	10,0
Mâle LY	0	-	-	0,2	0,1	0	-	-	0,3	0,2	3	2,0	2,3	2,1	2,2
Femelle LY	0	-	-	0,1	0,1	1	0,7	1,4	0,1	0,1	2	1,4	1,8	0,9	1,4
Mâle LO	0	-	-	0,2	0,1	2	1,4	1,9	0,3	0,2	2	1,4	1,9	2,1	2,4
Femelle LO	2	1,4	1,9			5	3,4	3,0			49	33,1	7,7		
Total															

	Femelle LY				Mâle LO				Femelle LO				Total					
Mâle LA	6	4,1	3,3	5,8	5,5	22	14,9	5,9	19,6	19,4	13	8,8	4,7	9,2	8,2	79	53,4	8,2
Femelle LA	8	5,4	3,7	3,1	3,0	22	14,9	5,9	19,7	10,8	6	4,13	3,3	5,0	4,9	43	29,1	7,5
Mâle LY	1	0,7	1,4	0,3	0,4	1	0,7	1,4	1,0	1,4	1	0,7	1,4	0,5	0,7	4	2,7	27
Femelle LY						3	2,0	2,3	2,2	2,4	3	2,0	2,3	1,0	1,1	9	6,1	3,9
Mâle LO	0	-	-	0,3	0,4						1	0,7	1,4	0,5	0,7	4	2,7	2,7
Femelle LO	0	-	-	0,7	0,7	5	3,4	3,0	2,2	2,6						9	6,1	3,9
	15	10	5,0			53	35,8	7,9			24	16,2	6,1					148

Comportements d'éloignement et de fuite. Deuxième période.
(*removal and flight behaviors - second period*)

	Mâle LA		Femelle LA		Mâle LY	
Mâle LA						
Femelle LA	0	-	-	2	3,7	5,1 4,1 3,0
Mâle LY	0	-	-	0	-	- 0,0 0,0
Femelle LY	0	-	-	0	-	- 0,1 0,1
Mâle LO	0	-	-	0	-	- 0,6 0,6
Femelle LO	0	-	-	1	1,9 3,7 0,7	0,7
	0	-	-	3	5,6 6,3	

	Femelle LY		Mâle LO		Femelle LO		Total
Mâle LA	3	5,6 6,3	8,1	8,0	1	1,9 3,7	13,1 11,9 29
Femelle LA	3	5,6 6,3	4,2	4,4	10	18,5 10,6	6,8 6,5 15
Mâle LY	0	-	0,0	0,0	0	-	0,0 0 -
Femelle LY	0	-	1,1	1,6	0	-	0,5 0,5 1
Mâle LO	2	3,7 5,1	1,4	1,8	1	1,9 3,7	1,8 2,5 4
Femelle LO	8	14,8 9,7			12	22,2 11,3	5 9,3 7,9
							54

Comportements d'éloignement et de fuite. Troisième période.
(*removal and flight behaviors - third period*)

	Mâle LA		Femelle LA		Mâle LY	
Mâle LA						
Femelle LA						
Mâle LY						
Femelle LY						
Mâle LO						
Femelle LO						
	1	0,3	0,6	0,4	0,2	
	1	0,3	0,6	0,1	0,0	
	0	-	-	0,1	0,0	
	0	-	-	0,1	0,0	
	0	-	-	0,1	0,0	
	2	0,7	1,0			
	13	4,4	2,4	5,9	4,7	88
						30
						10
	0	-	-	0,4	0,3	4
	2	0,7	1,0	0,3	0,4	6
	3	1,0	1,2	0,5	0,4	3
	22	7,5	3,1			111
						37,9
						5,7

	Femelle LY		Mâle LO		Femelle LO		Total
Mâle LA							
Femelle LA							
Mâle LY							
Femelle LY							
Mâle LO							
Femelle LO							
	19	6,5	2,9	7,5	7,3	15	182
	12	4,1	2,3	2,6	2,7	16	63
	1	0,3	0,6	0,5	0,8	1	12
	0	-	-	0,4	0,6	4	12
	2	0,7	1,0	0,6	0,6	2	10
	34	11,6	3,7			38	14
						13,0	4,8
						3,9	2,5
							293

Comportements d'éloignement et de fuite.

total sur la première partie
(removal and flight behaviors- first part)

	Mâle LA		Femelle LA		Mâle LY	
Mâle LA			0	-	0	0,0
Femelle LA	3	1,4	2,4	2,7	1	0,5
Mâle LY	121	58,2	6,8	51,4	1	0,1
Femelle LY	0	-	3,6	3,7	1	0,0
Mâle LO	50	24,0	5,9	20,6	0	0,2
Femelle LO	1	0,5	1,0	2,3	0	0,1
	175	84,1	5,1	19	2	1,4

	Femelle LY		Mâle LO		Femelle LO		Total
Mâle LA	0	-	0,0	0,0	0	-	0
Femelle LA	0	-	0,1	0,1	0	-	6
Mâle LY	0	-	1,5	2,1	0	-	127
Femelle LY	0	-	0,6	0,1	0	-	9
Mâle LO	5	2,4	0,2	0,2	0	-	51
Femelle LO	5	2,4	2,1	0,2	0	-	15
	5	2,4	2,1	7	0	-	208

comportements de poursuite - première période
(pursuit behaviors - first period)

	Mâle LA		Femelle LA		Mâle LY	
Mâle LA						
Femelle LA	1	0,3	0,6	0,2	0,3	0,0
Mâle LY	176	53,8	5,5	44,1	44,4	0,0
Femelle LY	0			4,6	5,0	0,1
Mâle LO	63	19,3	4,4	15,9	16,3	0,2
Femelle LO	5	1,5	1,3	10,1	10,1	0,1
	245	74,8	4,8			
				44	13,5	3,8

	Femelle LY		Mâle LO		Femelle LO		Totaux
Mâle LA	0		0,0	0,1	0	0,3	0,6
Femelle LA	0	/	0,0	0,0	0	0,3	0,6
Mâle LY	3	0,8	1,0	4,8	4,5	192	58,7
Femelle LY	1	0,3	0,6	1,7	2,3	20	6,1
Mâle LO	21	6,4	2,7	1,1	1,0	69	21,1
Femelle LO	25	6,6	2,9			44	13,5
						327	

Comportements de poursuite. 2° période.

(pursuit behaviors - second period)

Annexé n° 9

Actogrammes de la troisième partie de l'expérimentation

activité globale des rats marqués

(actograms of the third part of the study :

the global activity of the marked rats)

Les rats marqués actifs sont comptés durant des périodes d'observations réalisées toutes les dix minutes.

(the active marked rats are counted during observation periods of five minutes, carried out every ten minutes).

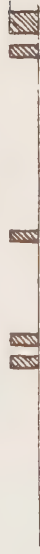
male 7



femelle 6



femelle 5



male 4



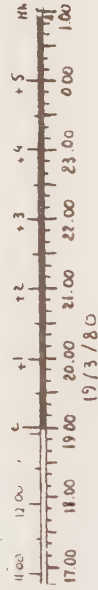
femelle 3



male 2



male 1



19/3/80

male 7



femelle 6



femelle 5



male 4



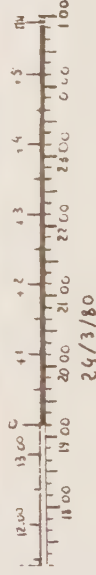
femelle 3



male 2

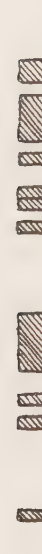


male 1

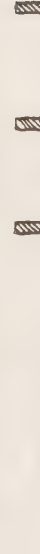


29/3/80

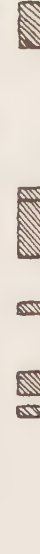
male 7



femelle 6



femelle 5



male 4



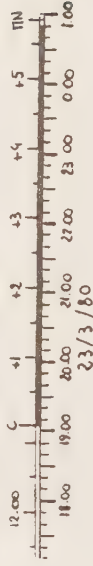
femelle 3



male 2



male 1



23/3/80

male 7



femelle 6



femelle 5



male 4



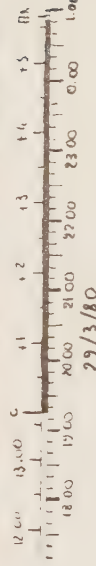
femelle 3



male 2



male 1



29/3/80

femelle 6

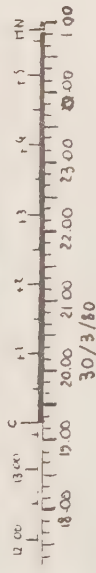
femelle 5

mâle 4

femelle 3

mâle 2

mâle 1



mâle 7

femelle 6

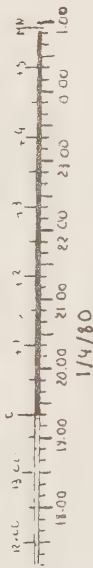
femelle 5

mâle 4

femelle 3

mâle 2

mâle 1



femelle 6

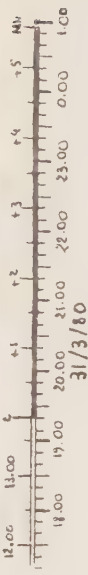
femelle 5

mâle 4

femelle 3

mâle 2

mâle 1

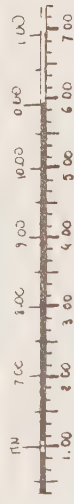
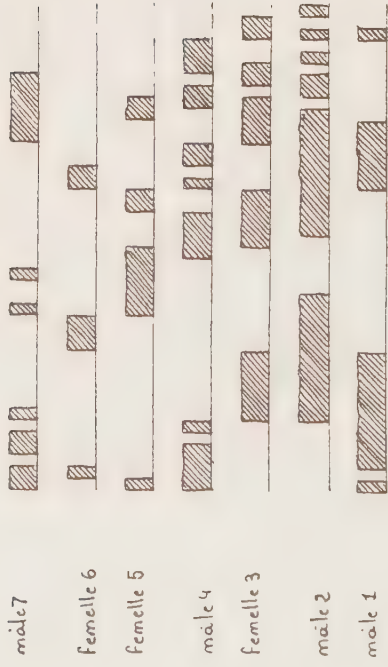


☐ rat visible actif
(active visible rat)

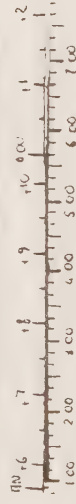
◻ rat visible se reposant
(sleeping visible rat)

▬ heures après le lever ou le coucher du soleil (heures after sunrise or sunset)
heures locales (local hours)

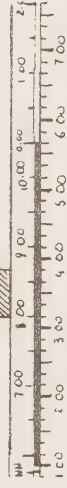
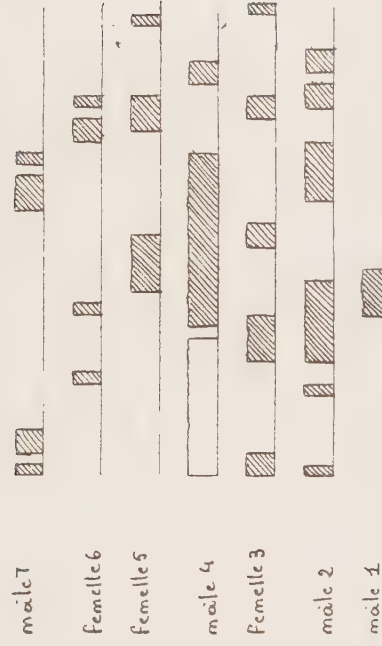
debuts de nuits
(beginning of nights)



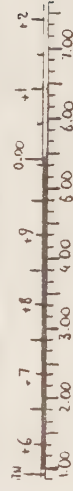
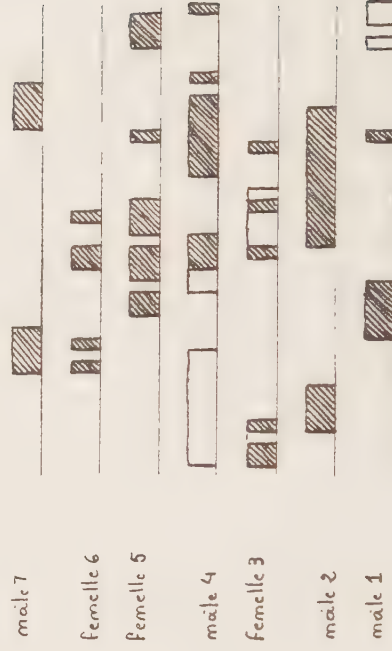
21/3/80



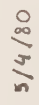
28/3/80



26/3/80



3/4/80



heures après le coucher ou le lever de soleil (hours after sunset or sunrise)
heures locales (local hours)

fins de nuits
(ends of nights)



Annexe n° 10

Actogrammes de la troisième partie de l'expérimentation :

les différentes activités des rats marqués.

(actograms of the third part of the study : the various activities of the marked rats)

Au cours de périodes d'observation de cinq minutes, réalisées toutes les dix minutes, est mesurée, en unités de trente secondes, la durée des activités suivantes :

(during observation periods of five minutes, carried out every ten minutes, the duration of various activities is measured with units of thirty seconds) :

repos (sleeping) : α

toilette (toilet) : β

locomotion (walking) : γ

alimentation (feeding) : δ

boisson (drinking) : ϵ

suite sexuelle (sexual following) : θ

poursuite sexuelle (sexual pursuit) : λ

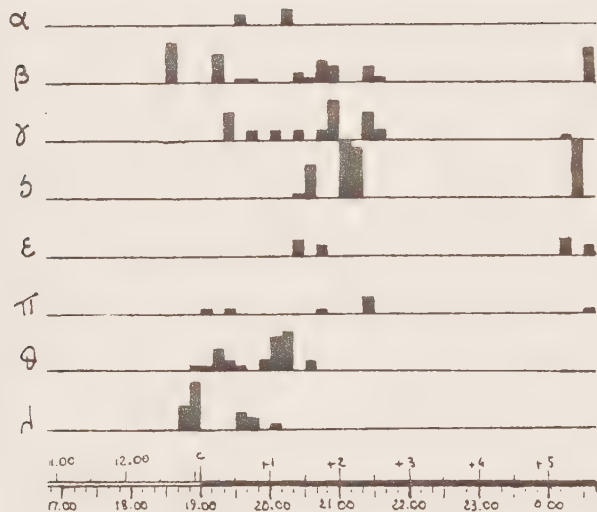
transport (carrying) : μ

creusement (burrowing) : ν

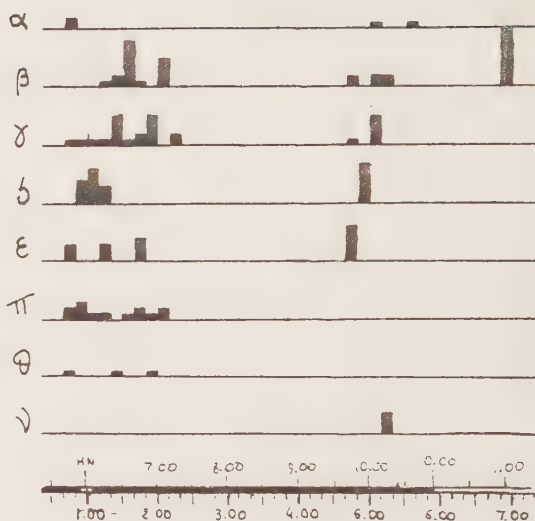
Le nombre de rencontres agressives est aussi compté durant ces périodes d'observation : π

(the aggressive encounters are count during these observation periods).

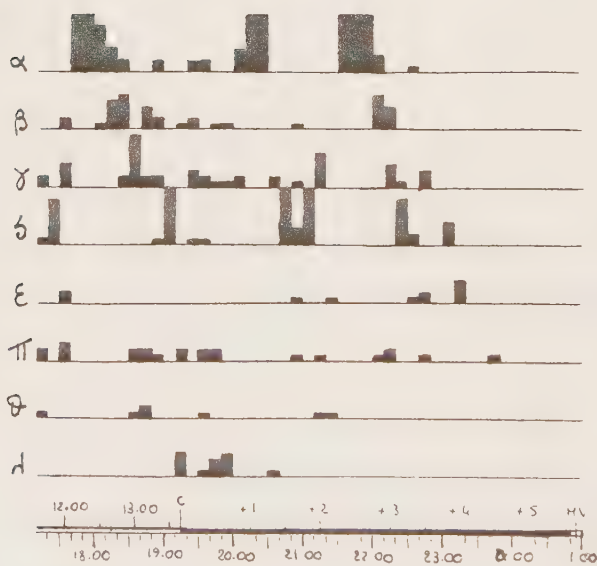
MALE 1



19/3/80

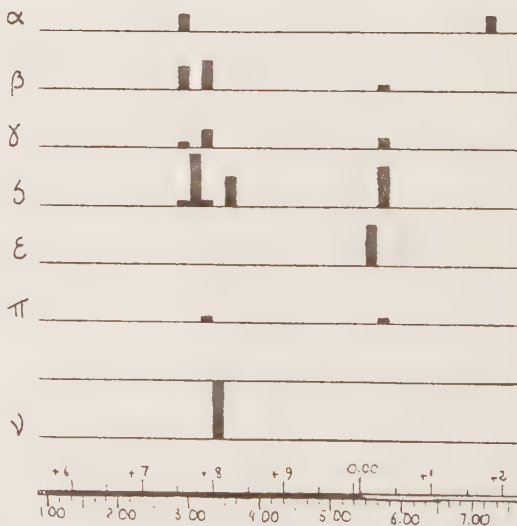


21/3/80



29/3/80

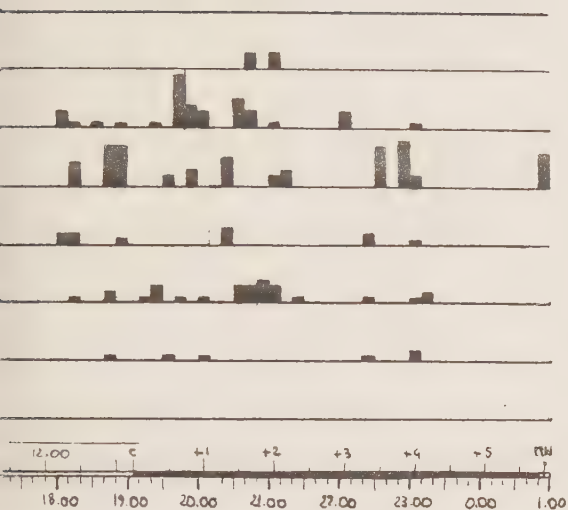
début de nuit
(beginning of the night)



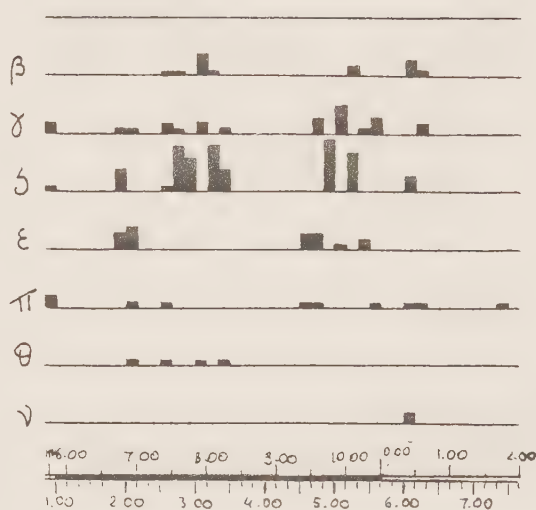
3/4/80

fin de nuit
(end of night)

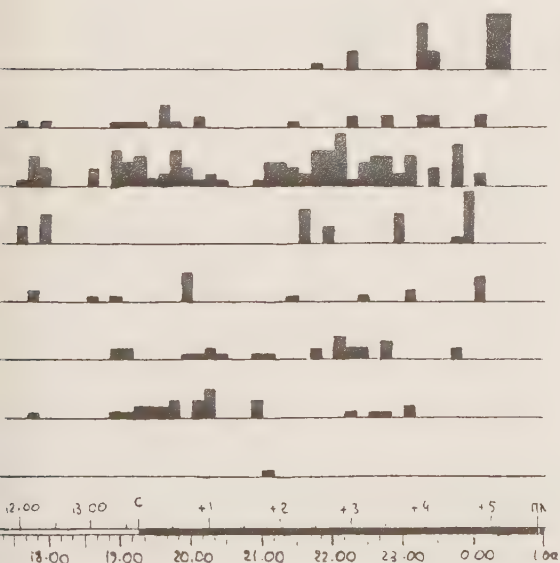
MALE 2



23/3/80

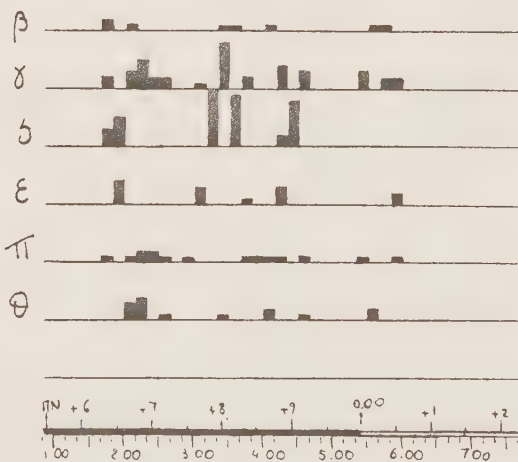


26/3/80



30/3/80

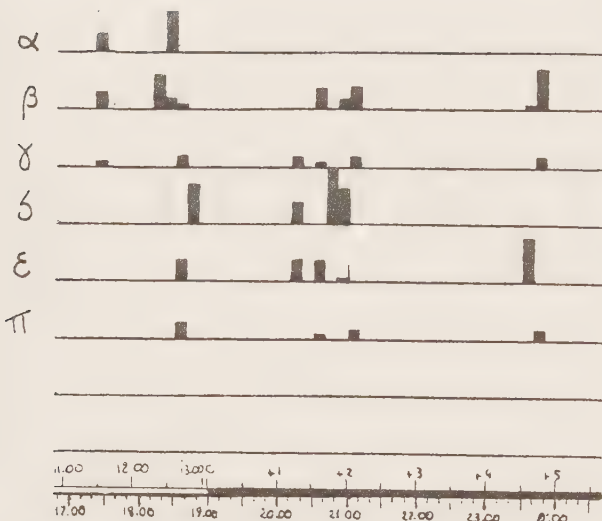
debut de nuit
(beginning of night)



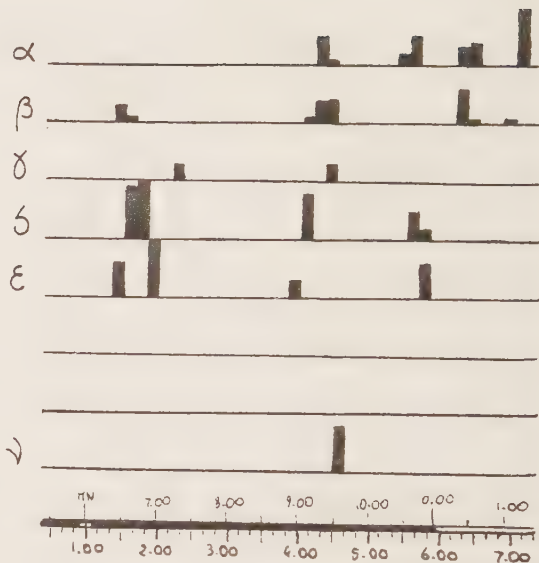
4/4/80

fin de nuit
(end of night)

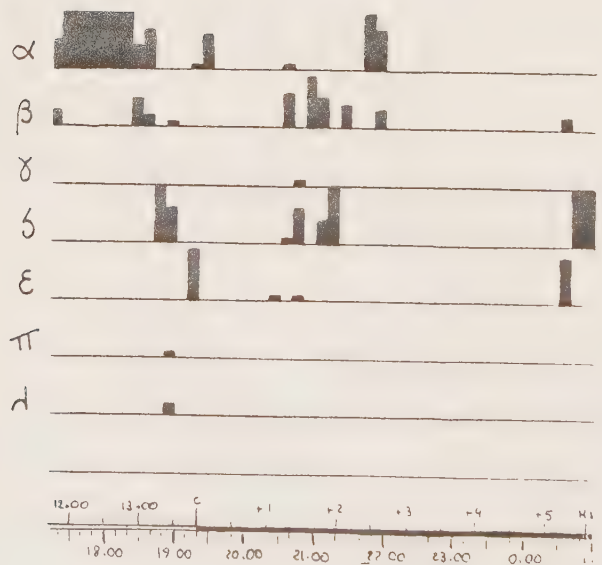
FEMELLE 3



19/3/80

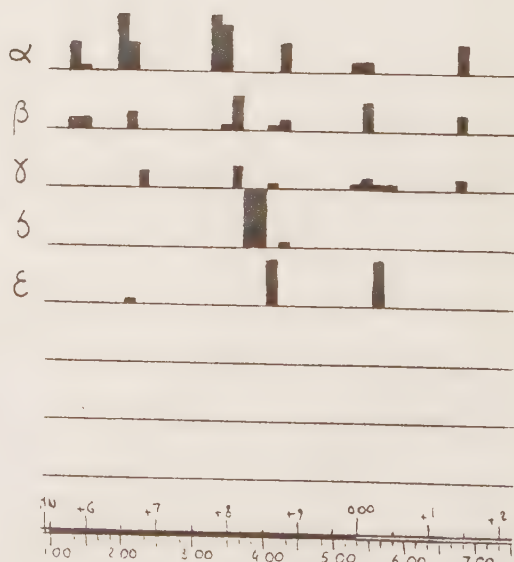


21/3/80



31/3/80

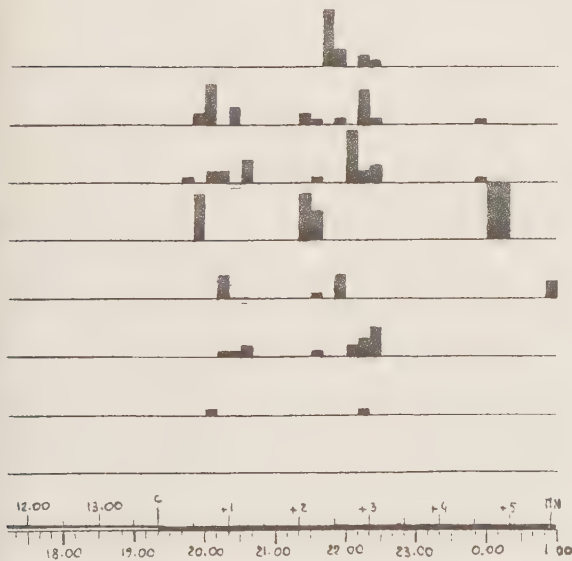
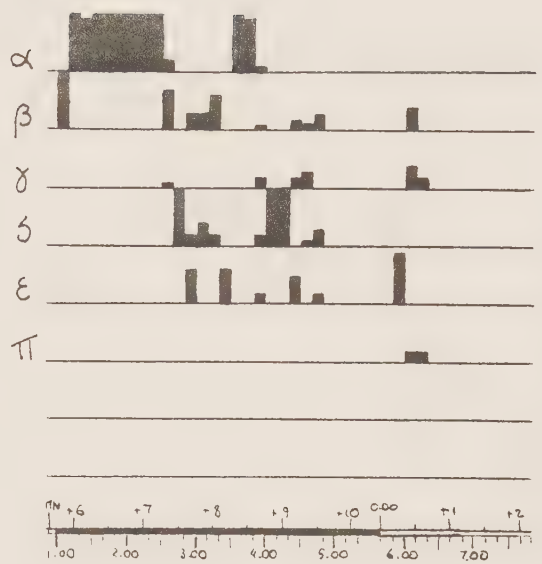
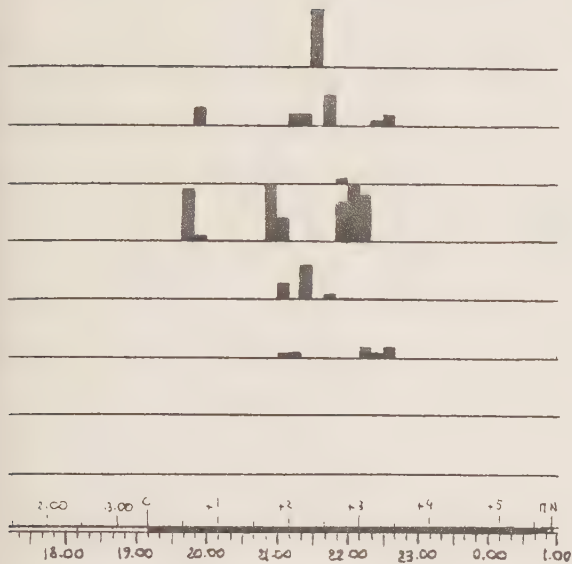
début de nuit
(beginning of night)



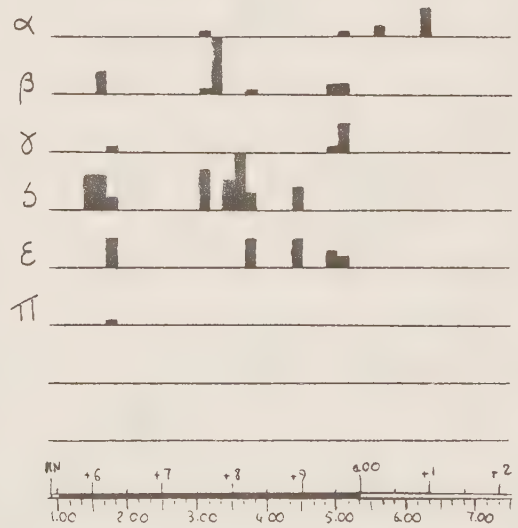
5/4/80

Fin de nuit
(end of night)

MALE 4

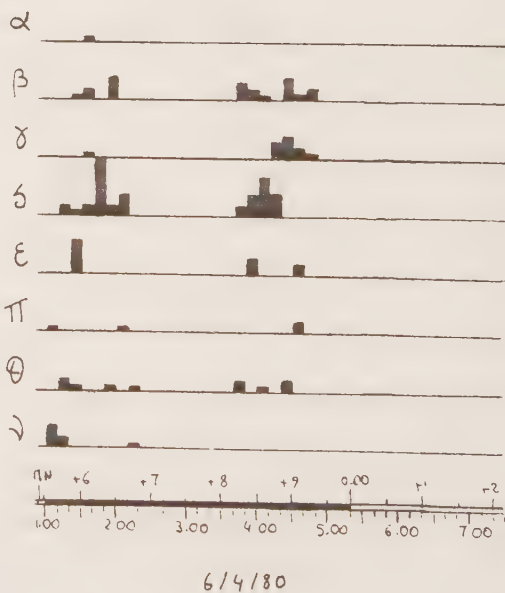
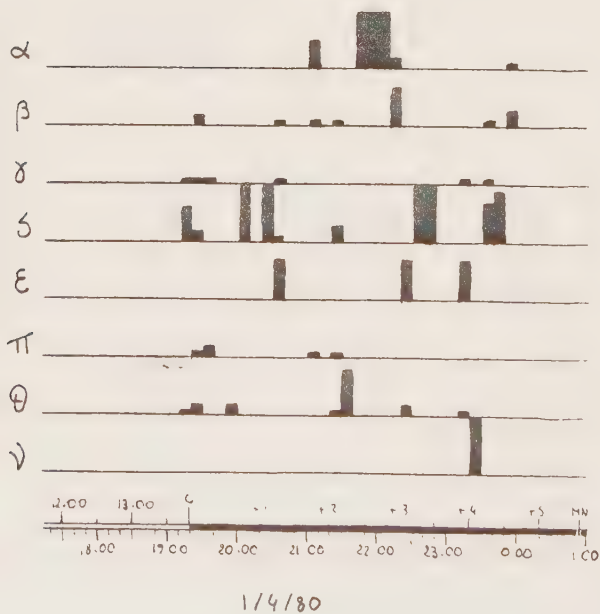
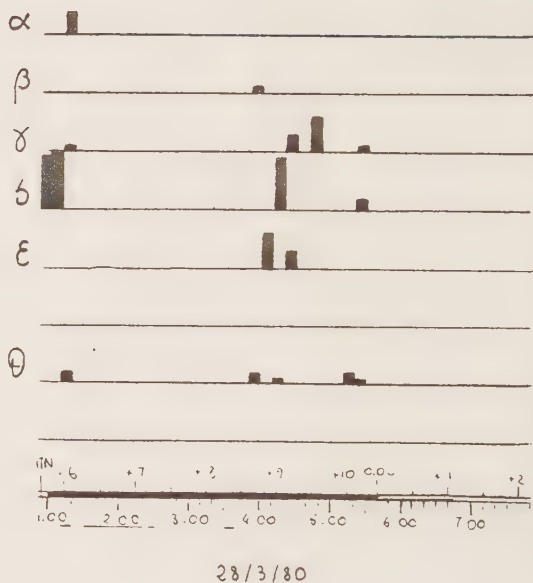
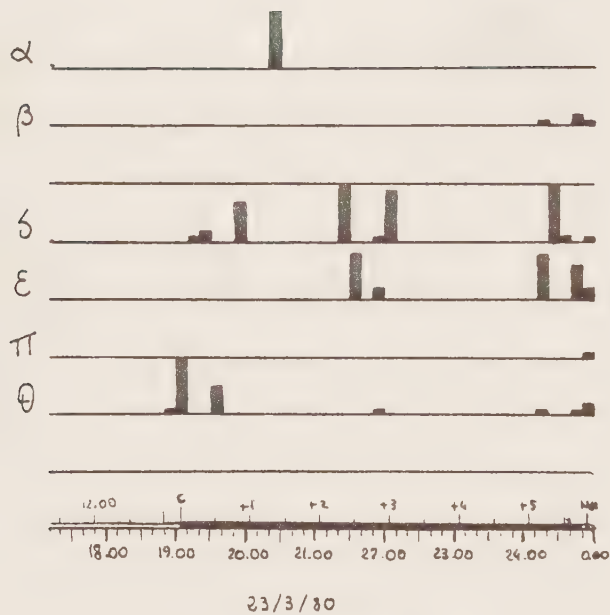


debut de nuit
(beginning of night)

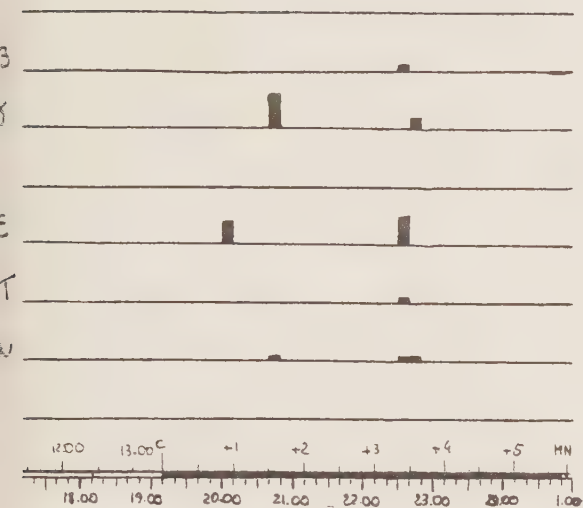


Fin de nuit
(end of night)

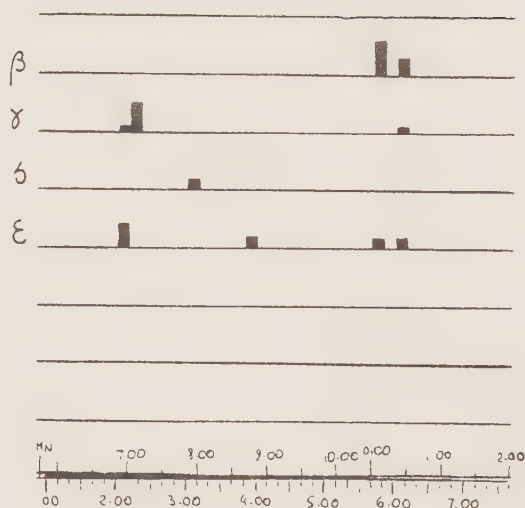
FEMELLE 5



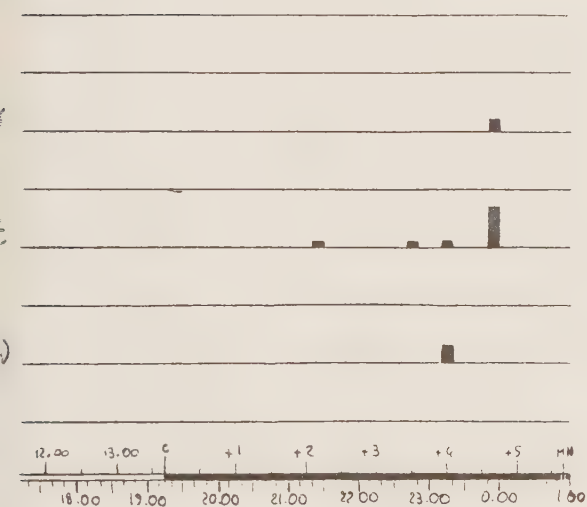
FEMELLE 6



24/3/80

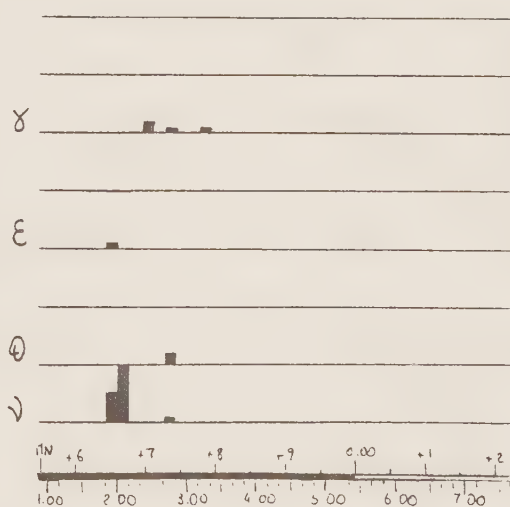


26/3/80



30/3/80

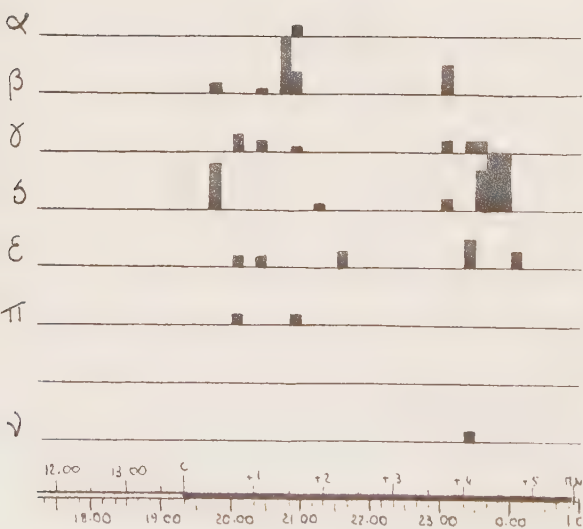
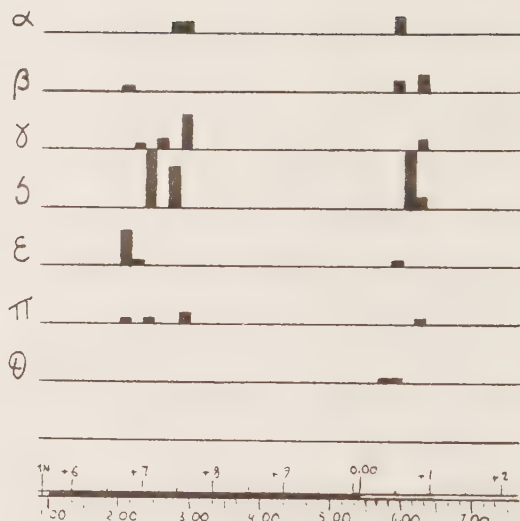
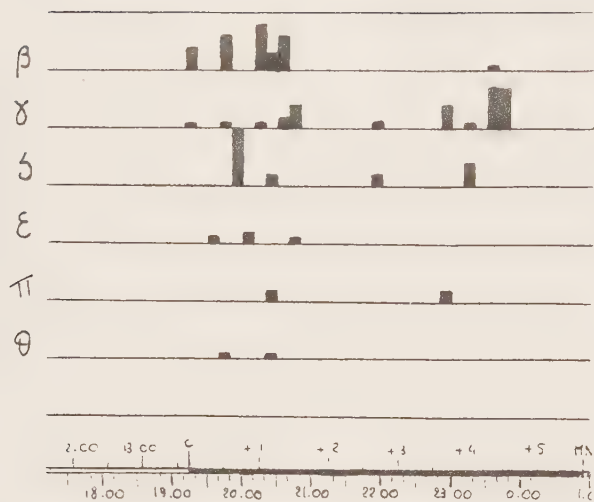
début de nuit
(beginning of night)



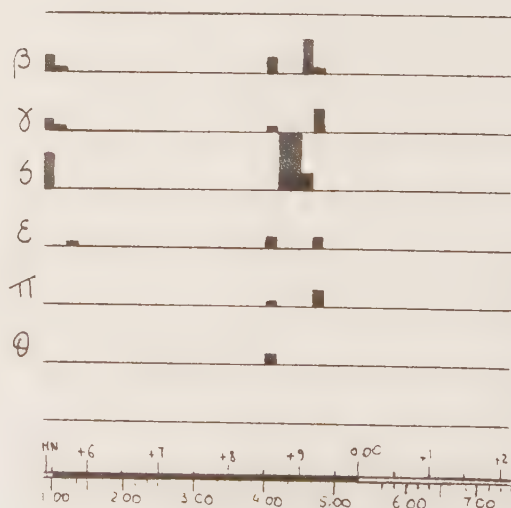
4/4/80

fin de nuit
(end of night)

MALE 7



début de nuit
(beginning of night)



fin de nuit
(end of night)

Annexe 11

Actogrammes de la deuxième partie de l'expérimentation

(Actograms of the second part of the study)

Ces actogrammes représentent le nombre de rats ou de comportements (en ordonnées, un millimètre = un rat ou un comportement) observés durant une période de cinq minutes (en abscisses, un millimètre = cinq minutes). Les dénombrements se font toutes les dix minutes ou cinq minutes lorsqu'il y a peu d'animaux actifs.
(rats behaviors numbers observed during five minutes - counts every ten minutes or five minutes when a few rats are active)
 Les paramètres relevés sont :

- A - rats actifs
(active rats)
- B - rats se toilettant
(rats doing toilettts)
- C - rats se reposant à l'extérieur des terriers
(rats sleeping out of the burrows)
- D - nombre total
(total number)
- E - rats adultes : classes III et IV
(adult rats : classes III et IV)
- F - jeunes rats : classes II et I
(young rats : classes II et I) rats mangeant
- G - rats à la mangeoire
(rats at the feeding place) *(rats eating)*
- H - rats ailleurs dans le terrarium
(rats in other places in terrarium)
- I - comportements agressifs
(agressive behaviors)
- J - comportements sexuels
(sexual behaviors)
- K - suites sexuelles
(sexual following)
- L - poursuites sexuelles
(sexual pursuit)
- M - nombre total
(total number)
- N - rats adultes : classes III et IV
(adult rats : classes III et IV) rats buvant
(rats drinking)
- O - jeunes rats : classes II et I
(young rats : classes II et I)

- P - rats creusant
(rats digging)
- Q - rats transportant
(rats carrying)
- R - rats transportant de la paille
(rats carrying hay)
- S - rats transportant de l'aliment
(rats carrying food)

Conventions :

heures par rapport au lever ou au coucher du soleil : ligne supérieure
(hours in relation with sunrise or sunset : superior line)

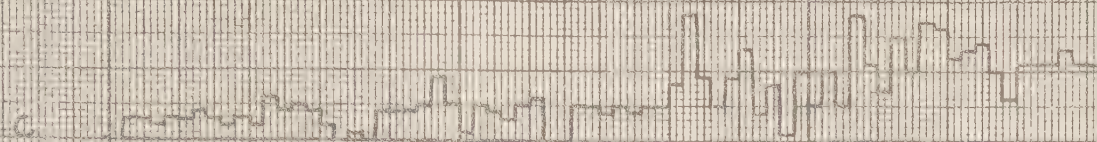
heures locales : ligne inférieure
(local hour : inferior line)

c : changement d'observateur
(change of observer)

a : bruit extérieur au terrarium
(noise outside the terrarium)

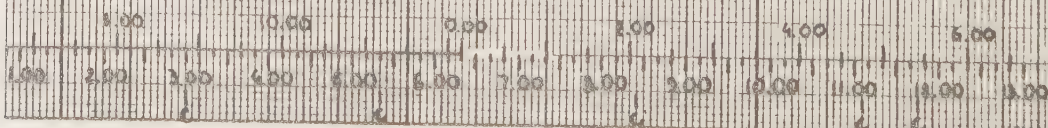
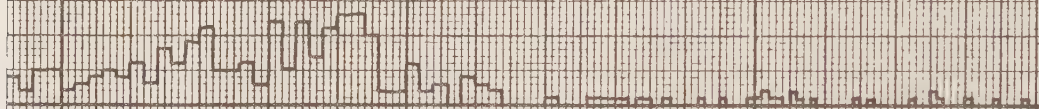
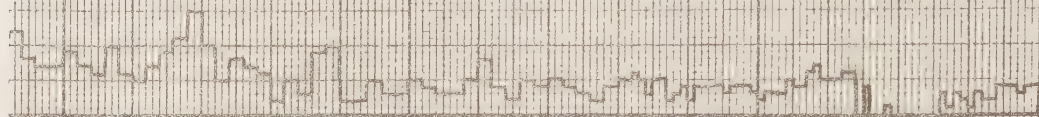
la ligne de base est interrompue lorsqu'il n'y a pas de valeur ou pour
 E, F, N et O, si :

$$\begin{array}{l} E + F < D - 1 \\ N + O < M - 1 \end{array}$$



13-14 octobre 1979

13.00 14.00 15.00 16.00 17.00 18.00 19.00 20.00 21.00 22.00 23.00 00.00



J

I

H

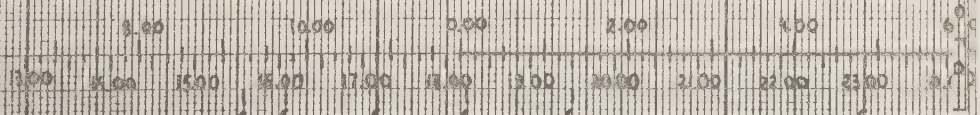
G

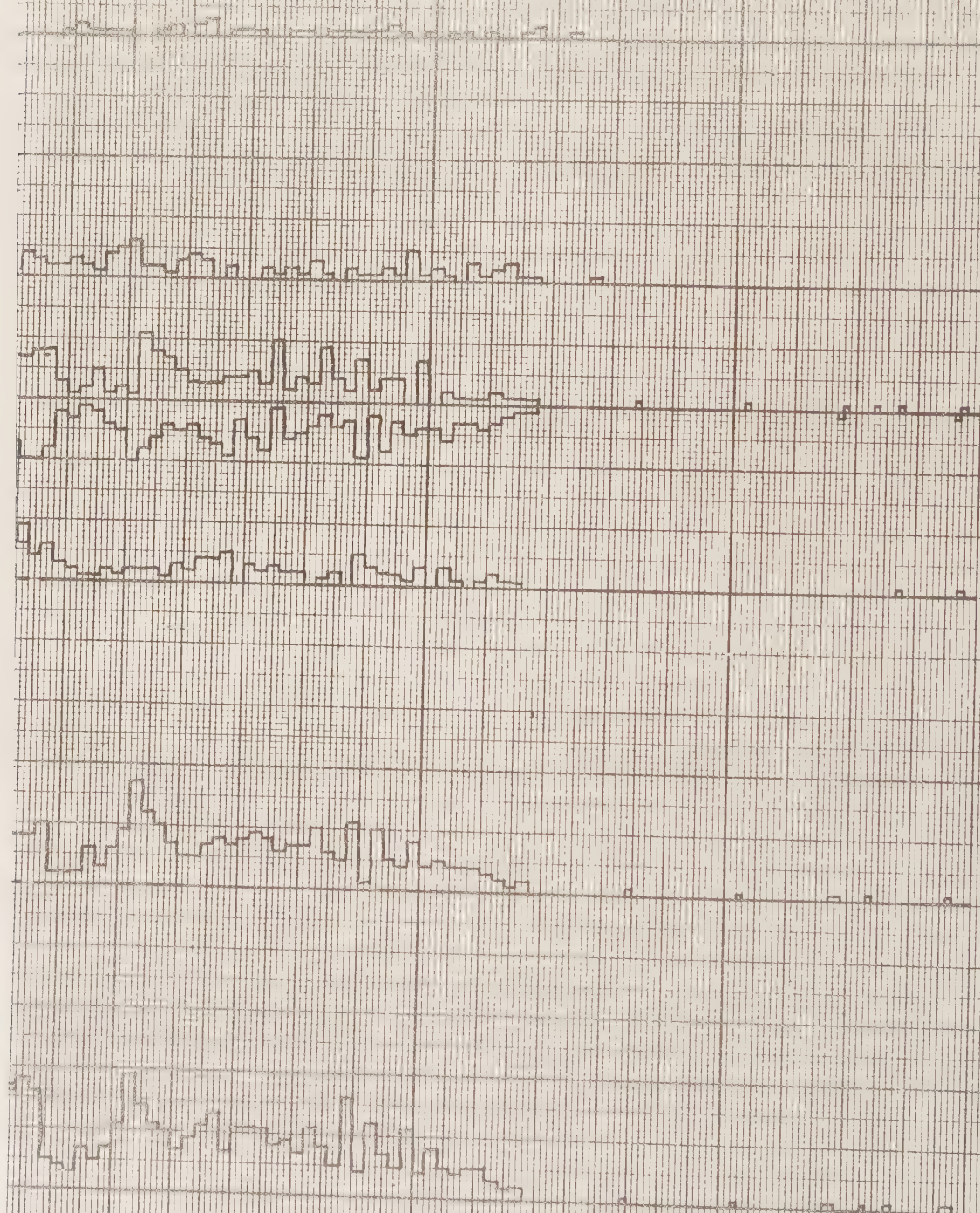
F

E

D

13-14 octobre

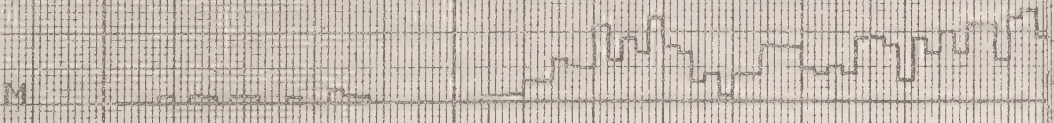


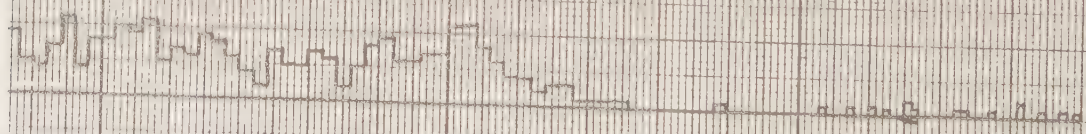
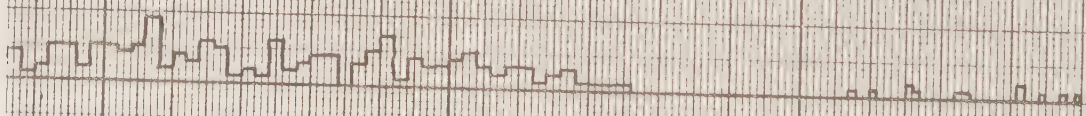


1979

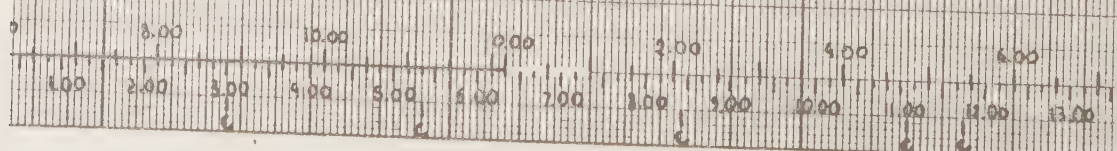
00 2.00 4.00 6.00 8.00 10.00 12.00 14.00 16.00 18.00

1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00 16.00 17.00 18.00





979

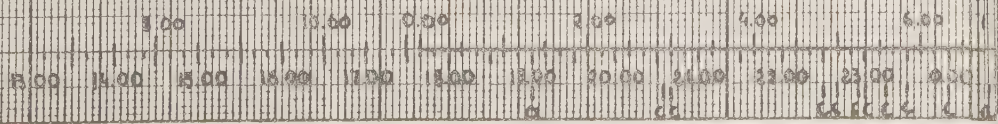


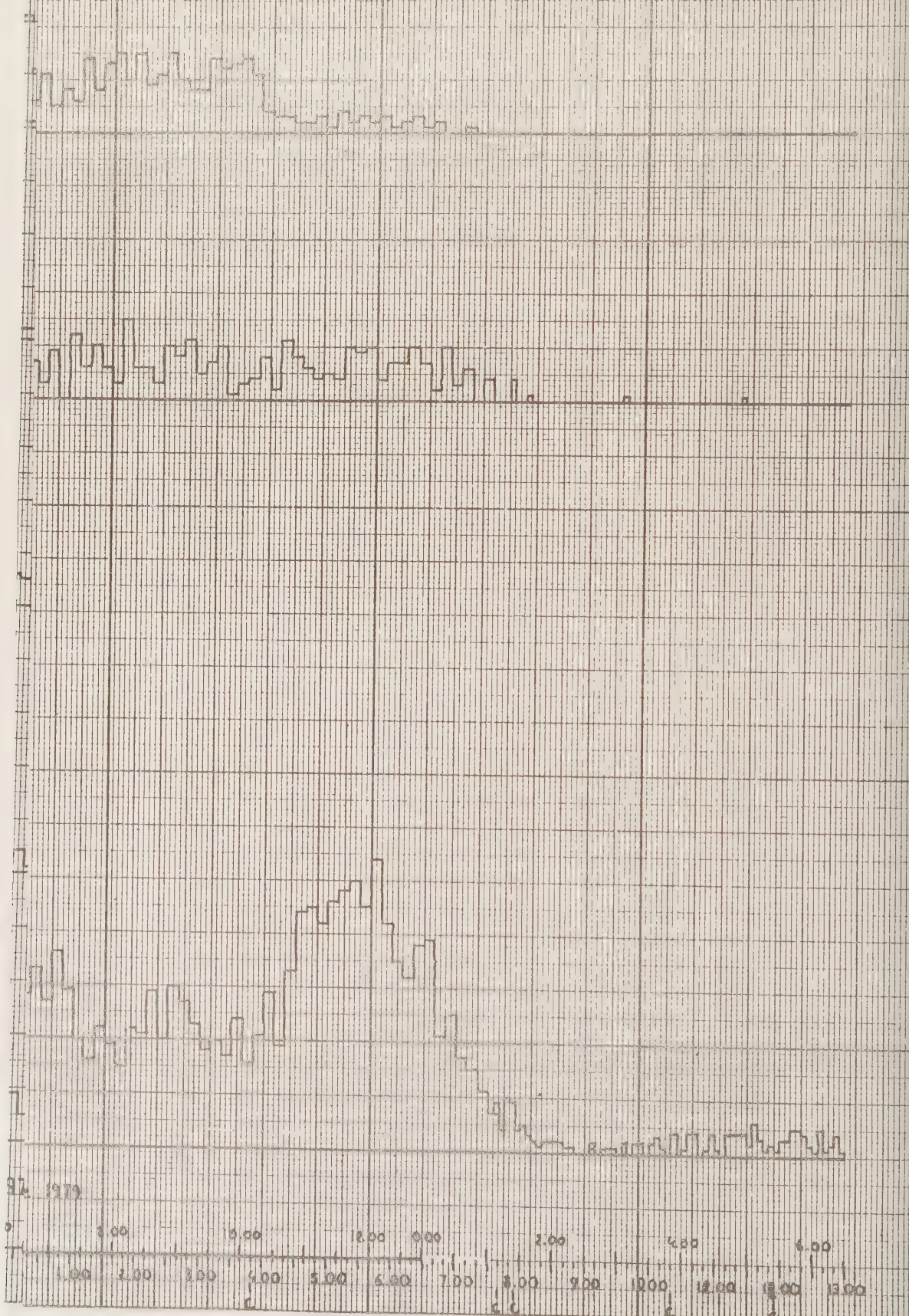
C

B

A

27-28 october





92 1979

L

K

J

I

H

G

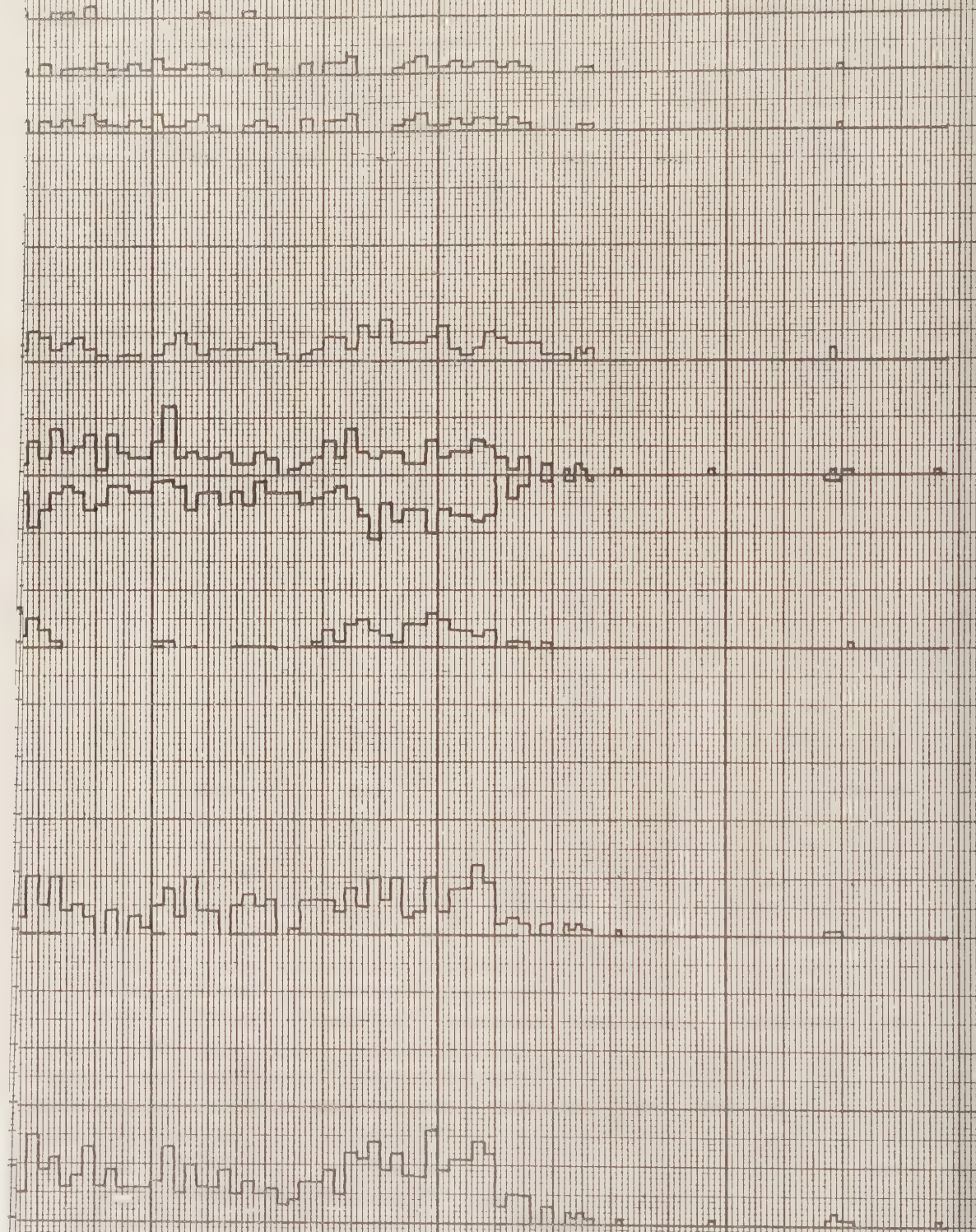
F

E

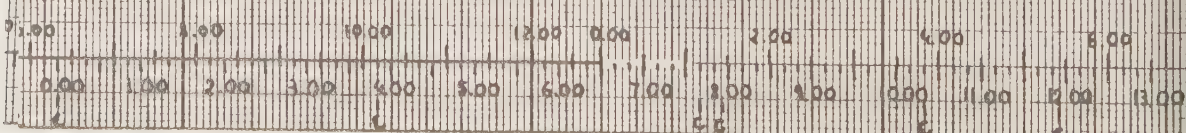
D

27-28 Oct





9. dec 1979



S

R

Q

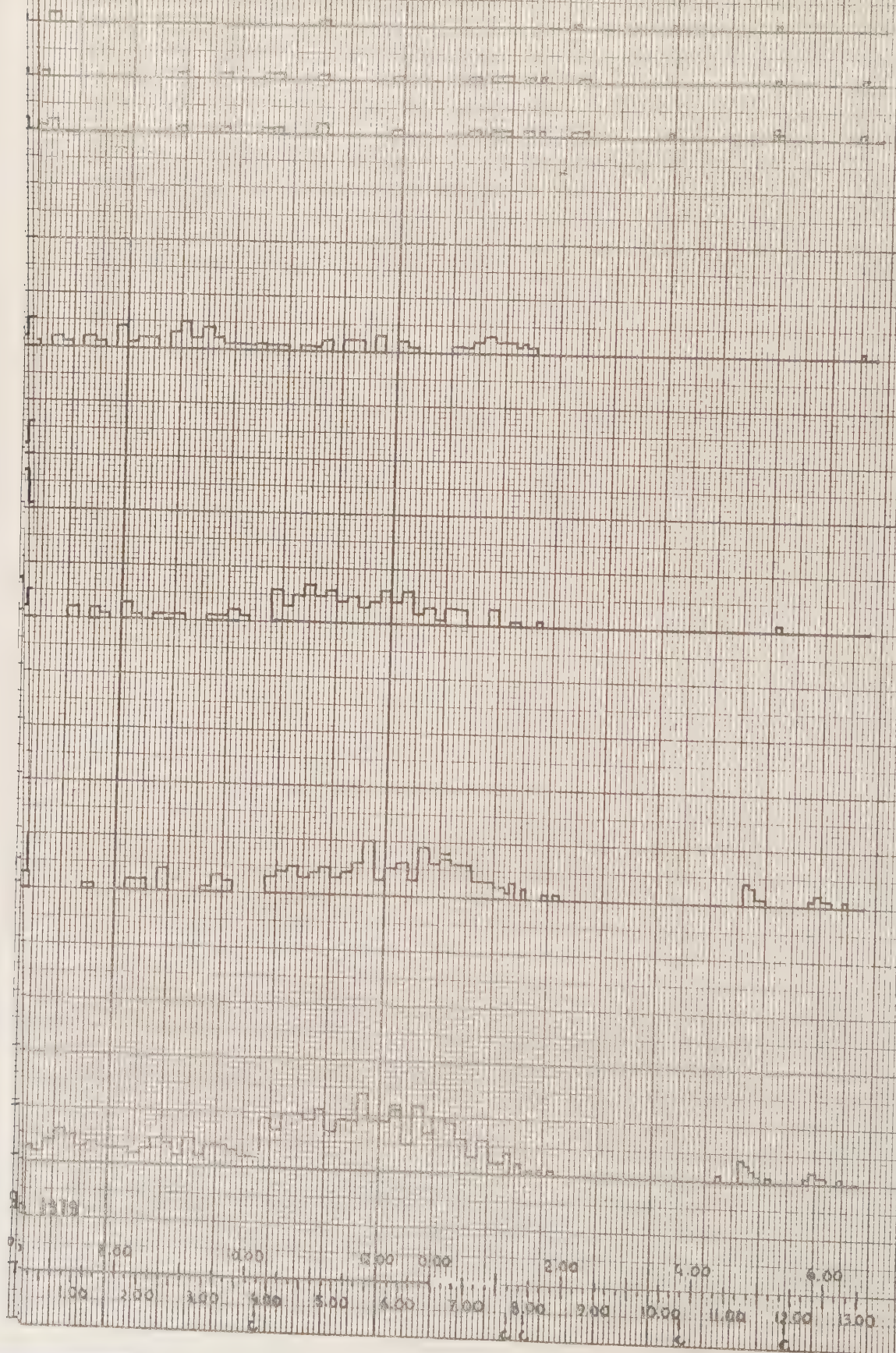
P

O

N

M





C

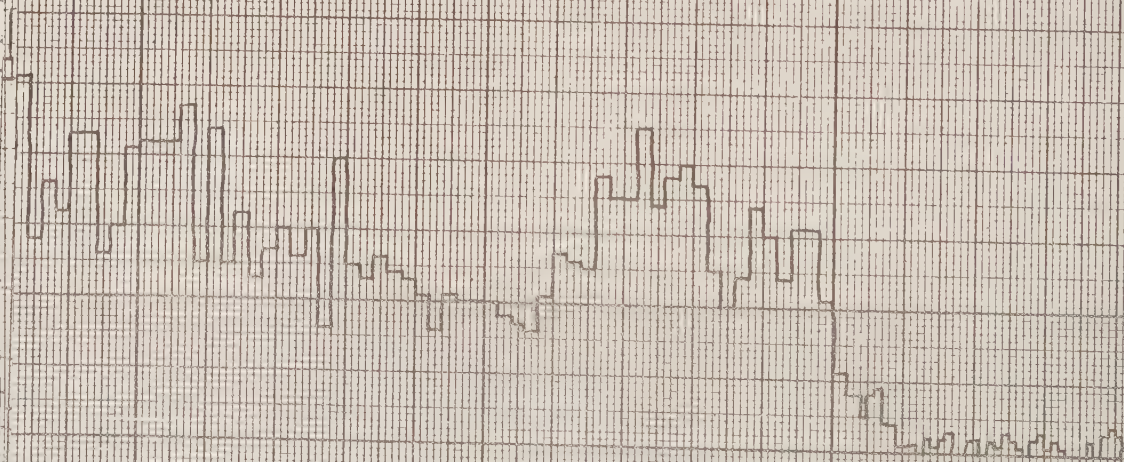
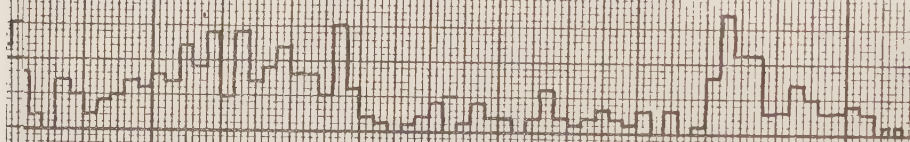
B

A

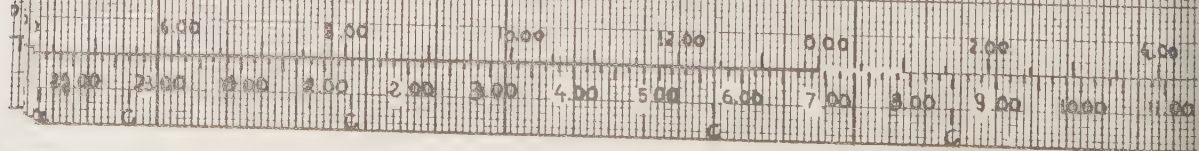
10-11 novembre

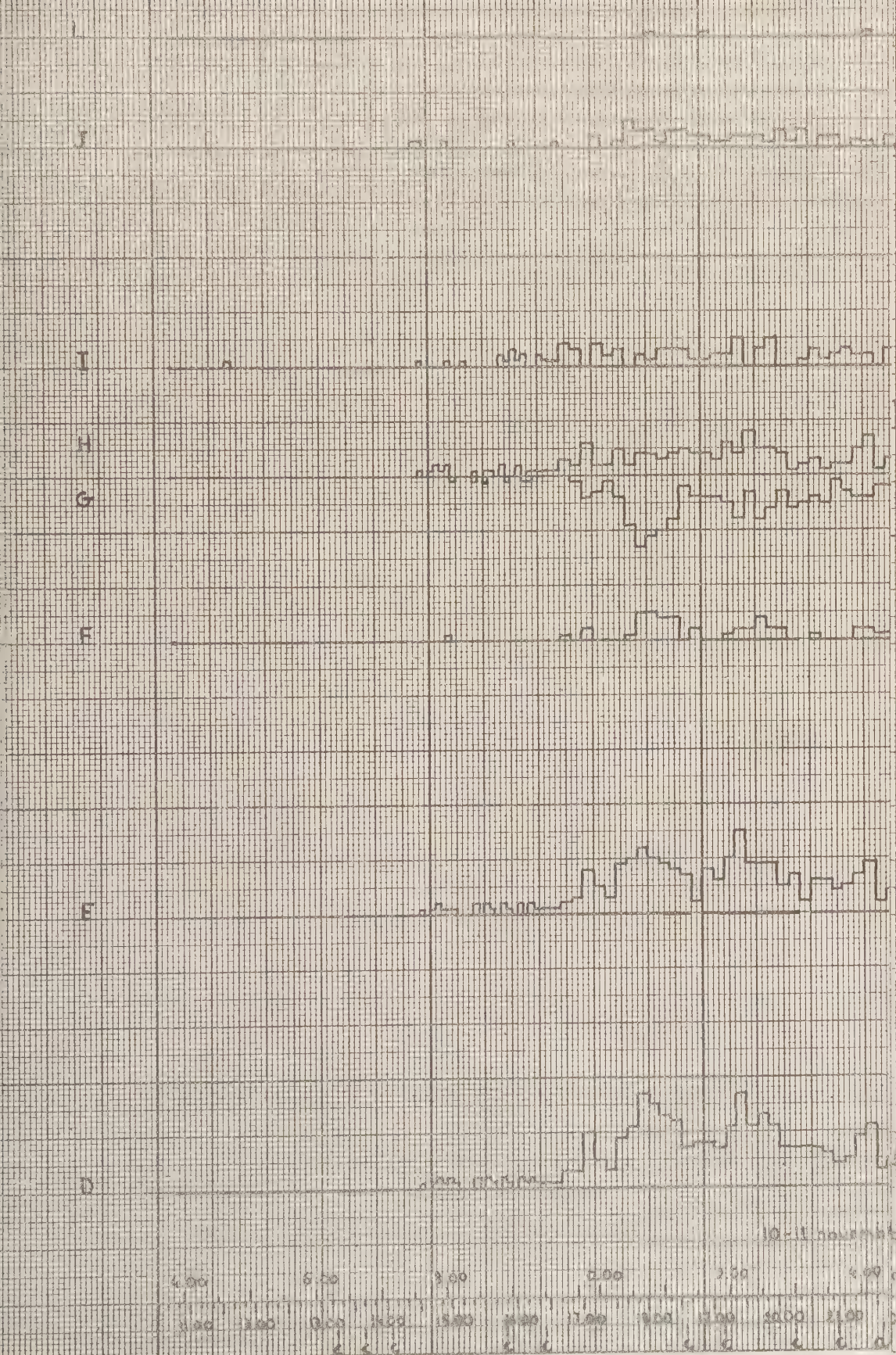
4.00 6.00 8.00 10.00 12.00 14.00 16.00 18.00 20.00 22.00

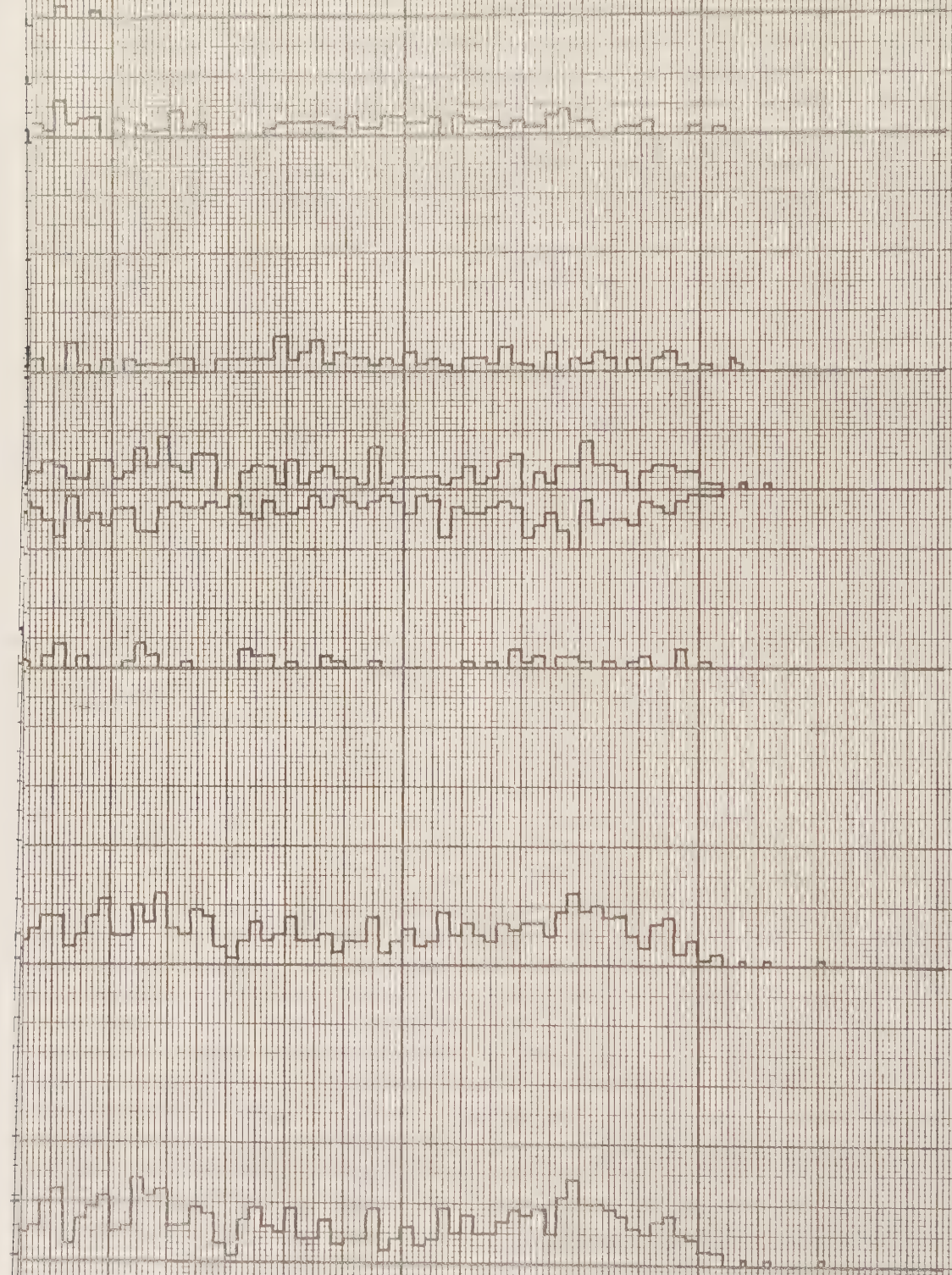
100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100



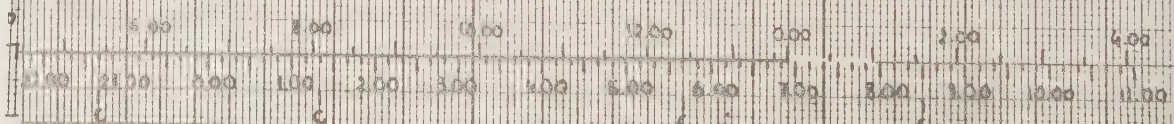
Dec 973







3. 1973



S

R

Q

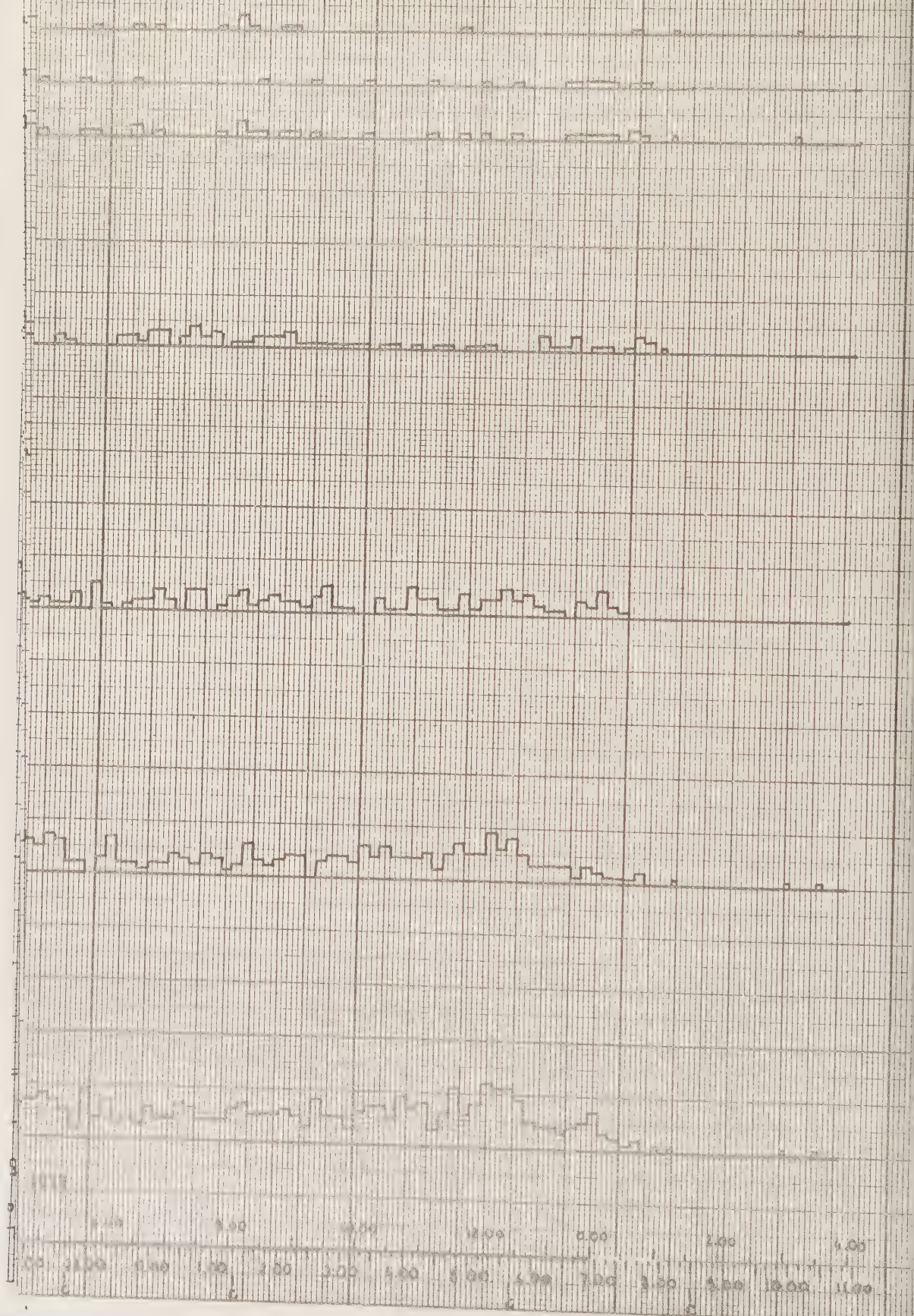
P

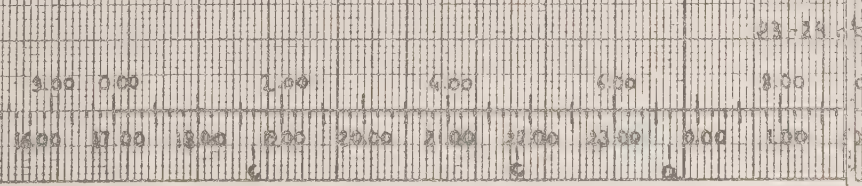
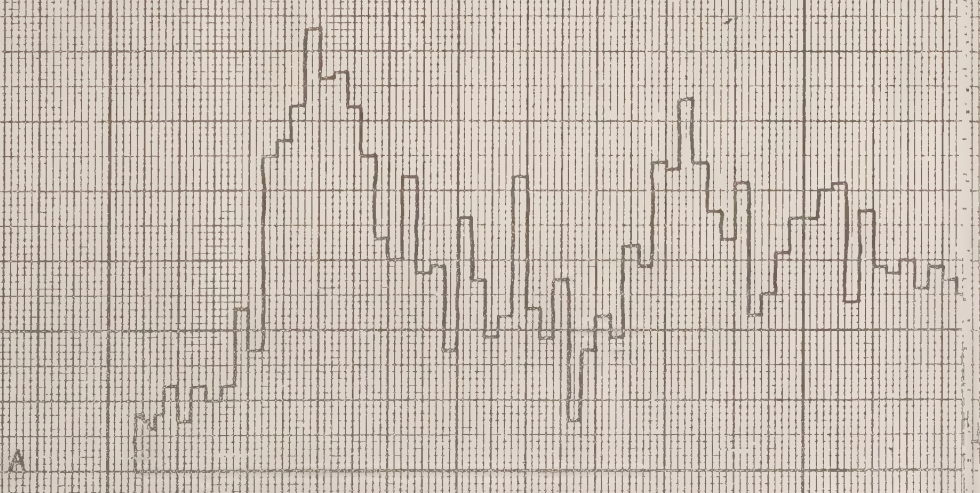
O

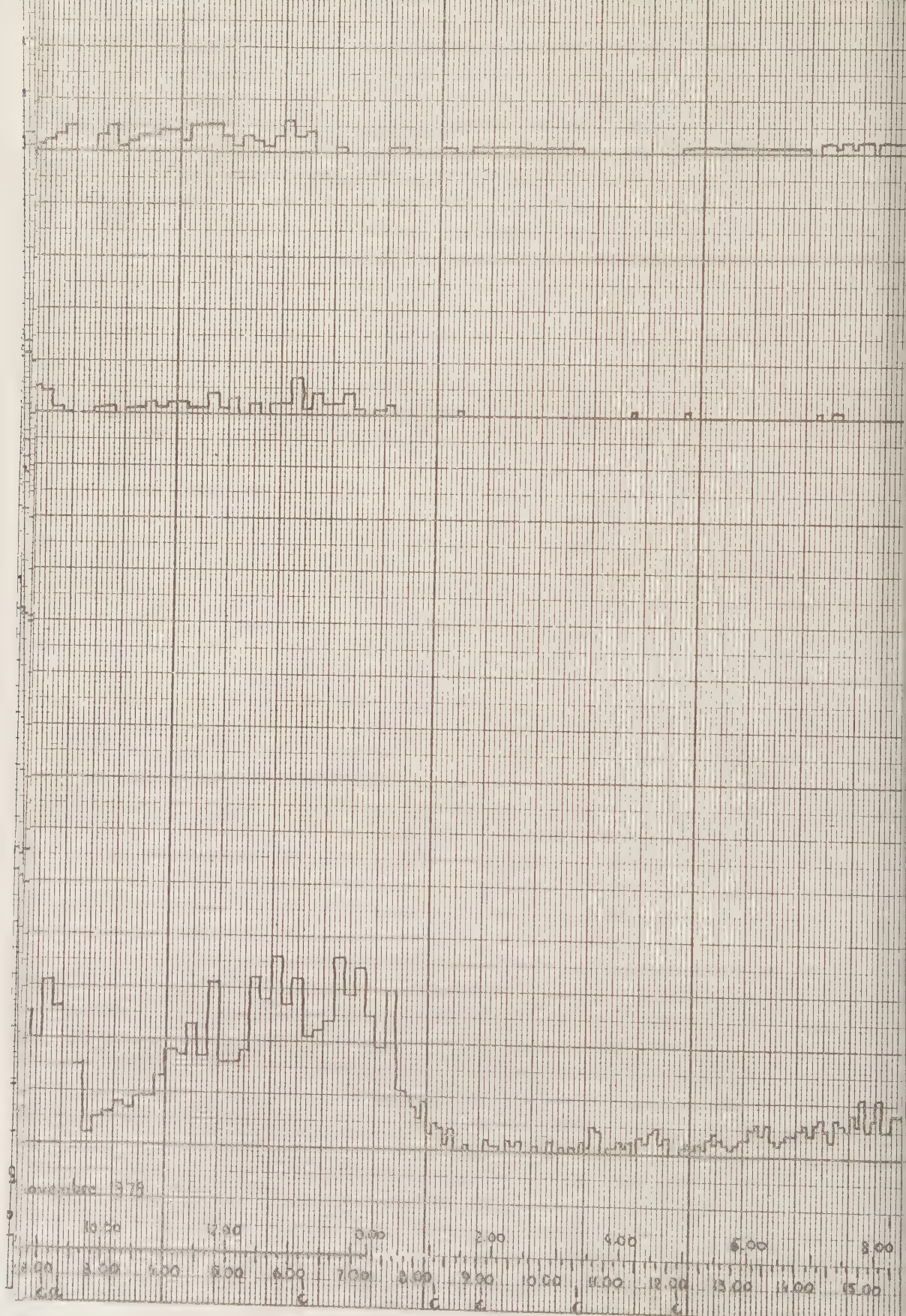
N

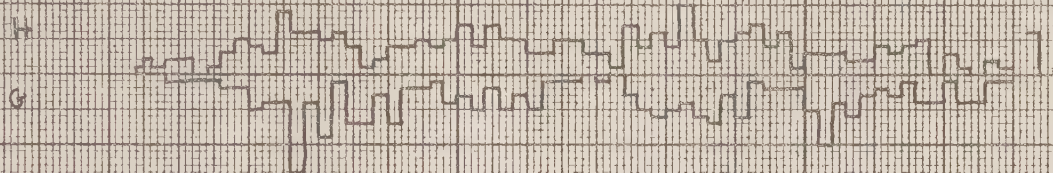
H

1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00 16.00 17.00 18.00 19.00 20.00



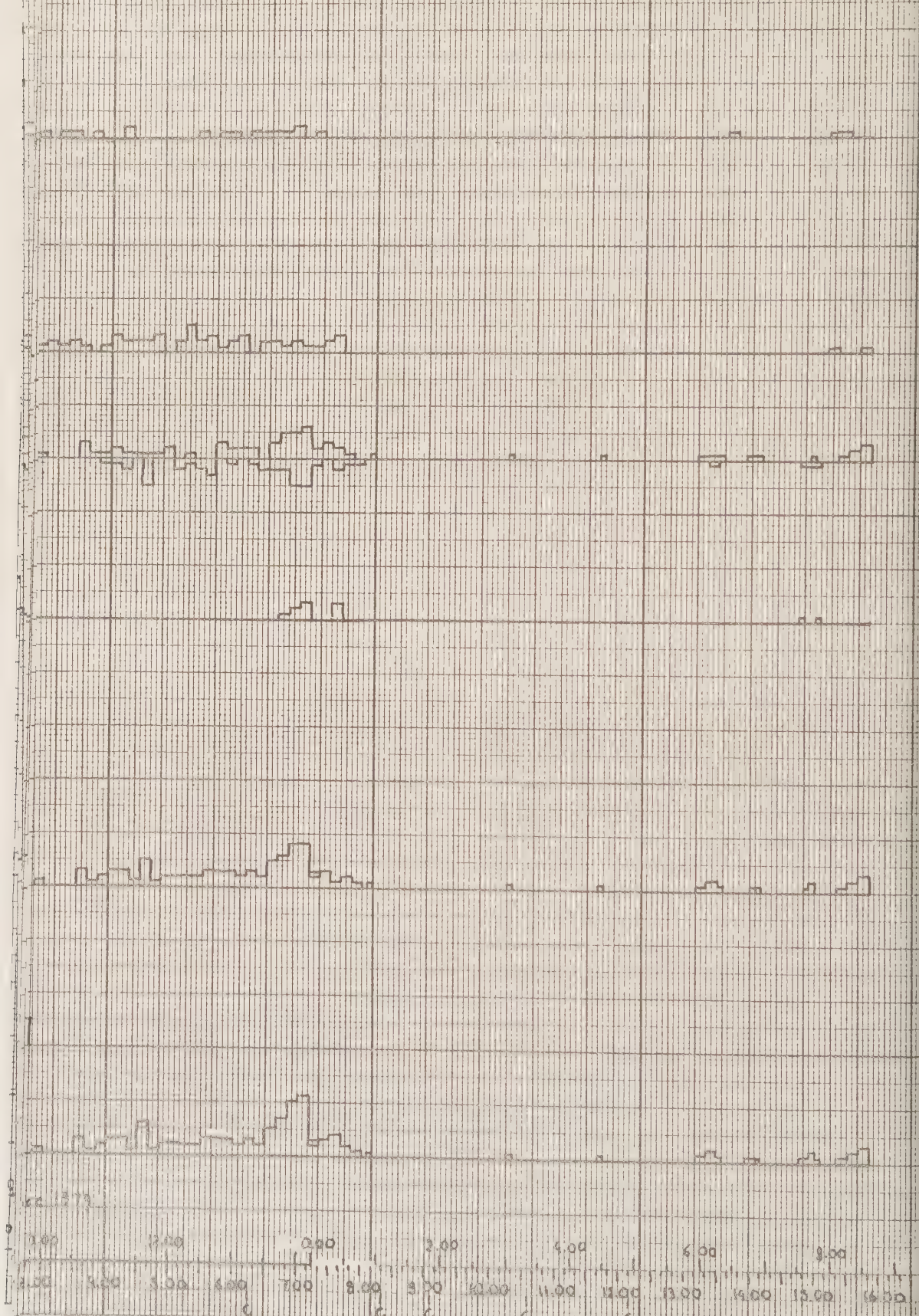


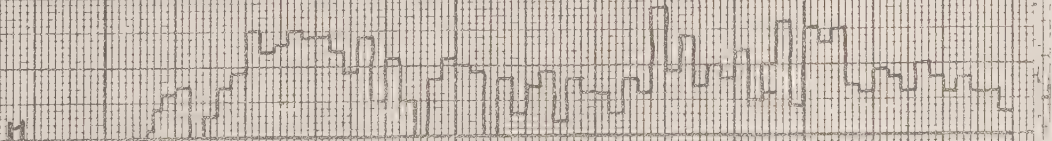
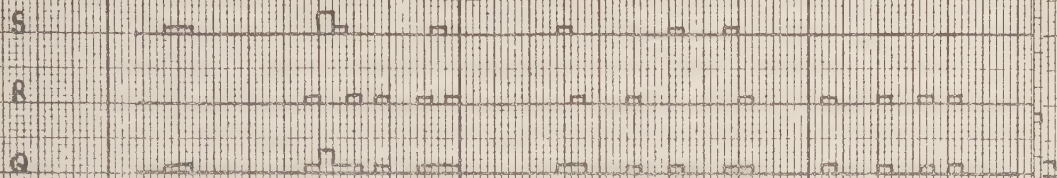




23-24 november



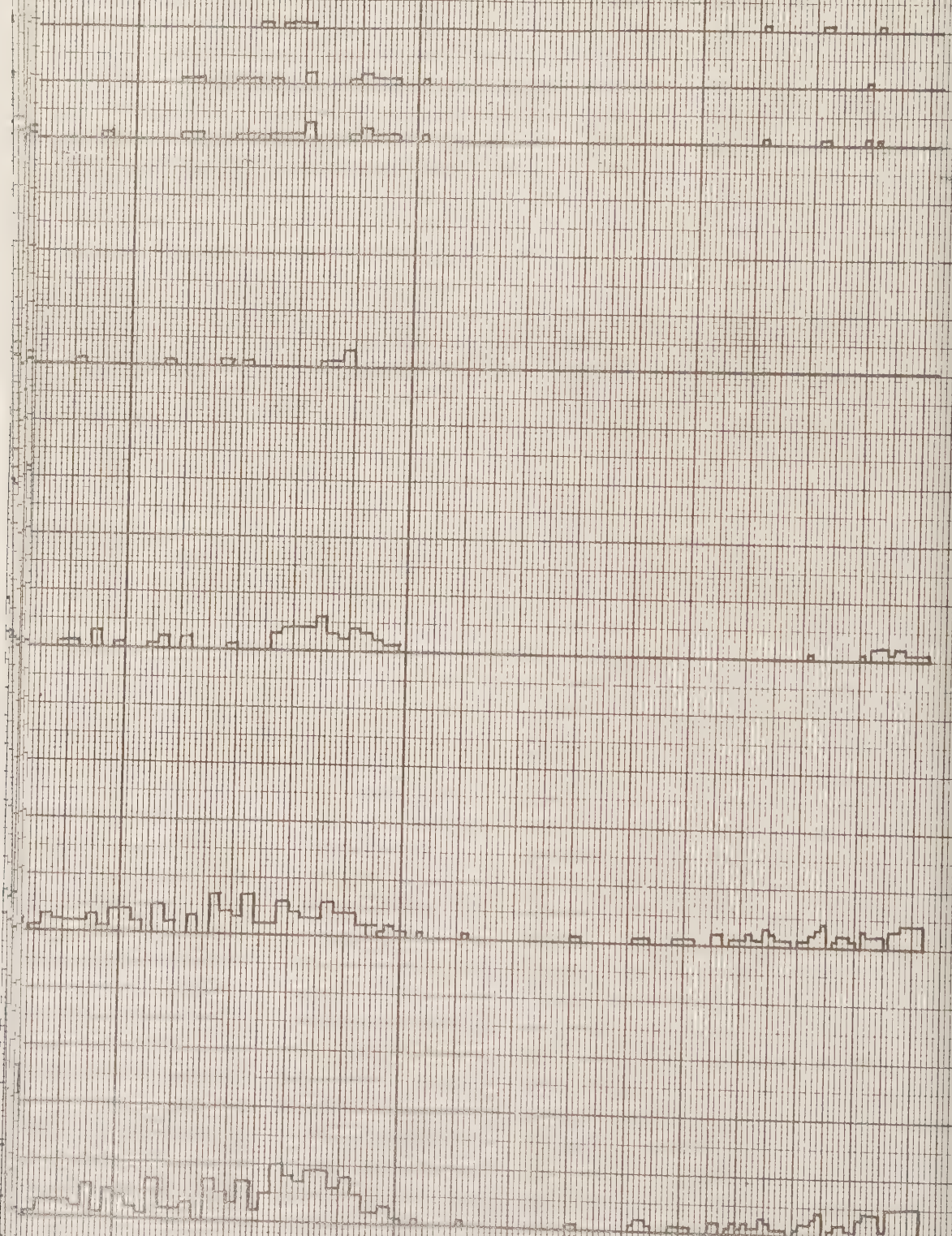




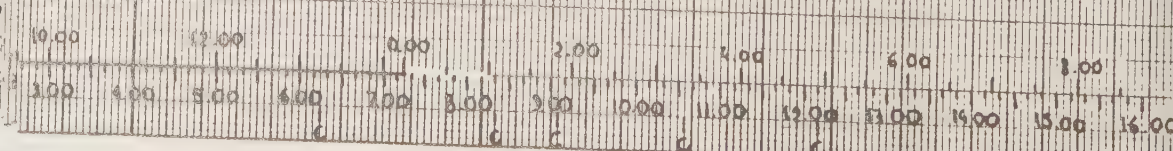
23-24 novem

9.00 8.00 7.00 6.00 5.00 4.00 3.00 2.00 1.00 0.00

2000 1900 1800 1700 1600 1500 1400 1300 1200 1100 1000 900 800 700 600 500 400 300 200 100 0



6 Dec 1973



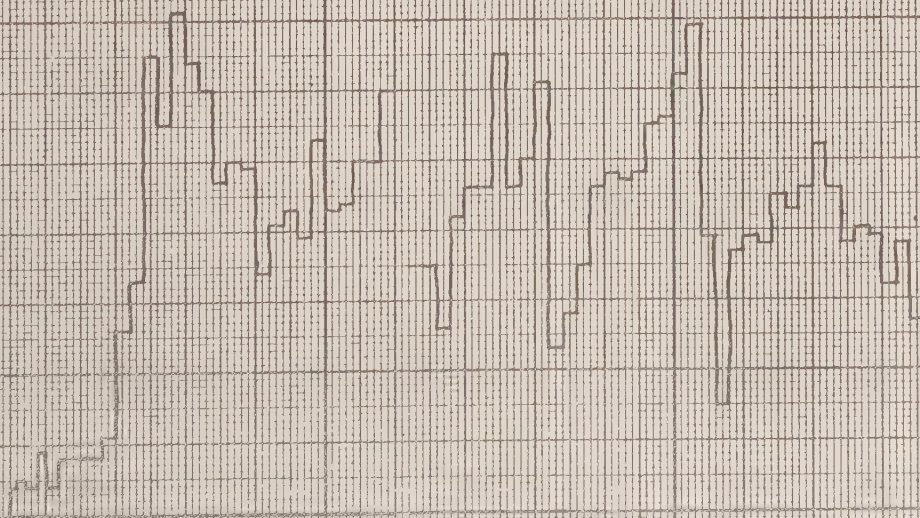
C



B



A



3-9 December

8.00

6.00

2.00

4.00

6.00

8.00

10

6.50

17.00

18.00

19.00

20.00

21.00

22.00

23.00

24.00

25.00

26.00

27.00

28.00

29.00

30.00

31.00

32.00

33.00

34.00

35.00

36.00

37.00

38.00

39.00

40.00

41.00

42.00

43.00

44.00

45.00

46.00

47.00

48.00

49.00

50.00

51.00

52.00

53.00

54.00

55.00

56.00

57.00

58.00

59.00

60.00

61.00

62.00

63.00

64.00

65.00

66.00

67.00

68.00

69.00

70.00

71.00

72.00

73.00

74.00

75.00

76.00

77.00

78.00

79.00

80.00

81.00

82.00

83.00

84.00

85.00

86.00

87.00

88.00

89.00

90.00

91.00

92.00

93.00

94.00

95.00

96.00

97.00

98.00

99.00

100.00

101.00

102.00

103.00

104.00

105.00

106.00

107.00

108.00

109.00

110.00

111.00

112.00

113.00

114.00

115.00

116.00

117.00

118.00

119.00

120.00

121.00

122.00

123.00

124.00

125.00

126.00

127.00

128.00

129.00

130.00

131.00

132.00

133.00

134.00

135.00

136.00

137.00

138.00

139.00

140.00

141.00

142.00

143.00

144.00

145.00

146.00

147.00

148.00

149.00

150.00

151.00

152.00

153.00

154.00

155.00

156.00

157.00

158.00

159.00

160.00

161.00

162.00

163.00

164.00

165.00

166.00

167.00

168.00

169.00

170.00

171.00

172.00

173.00

174.00

175.00

176.00

177.00

178.00

179.00

180.00

181.00

182.00

183.00

184.00

185.00

186.00

187.00

188.00

189.00

190.00

191.00

192.00

193.00

194.00

195.00

196.00

197.00

198.00

199.00

200.00

201.00

202.00

203.00

204.00

205.00

206.00

207.00

208.00

209.00

210.00

211.00

212.00

213.00

214.00

215.00

216.00

217.00

218.00

219.00

220.00

221.00

222.00

223.00

224.00

225.00

226.00

227.00

228.00

229.00

230.00

231.00

232.00

233.00

234.00

235.00

236.00

237.00

238.00

239.00

240.00

241.00

242.00

243.00

244.00

245.00

246.00

247.00

248.00

249.00

250.00

251.00

252.00

253.00

254.00

255.00

256.00

257.00

258.00

259.00

260.00

261.00

262.00

263.00

264.00

265.00

266.00

267.00

268.00

269.00

270.00

271.00

272.00

273.00

274.00

275.00

276.00

277.00

278.00

279.00

280.00

281.00

282.00

283.00

284.00

285.00

286.00

287.00

288.00

289.00

290.00

291.00

292.00

293.00

294.00

295.00

296.00

297.00

298.00

299.00

300.00

301.00

302.00

303.00

304.00

305.00

306.00

307.00

308.00

309.00

310.00

311.00

312.00

313.00

314.00

315.00

316.00

317.00

318.00

319.00

320.00

321.00

322.00

323.00

324.00

325.00

326.00

327.00

328.00

329.00

330.00

331.00

332.00

333.00

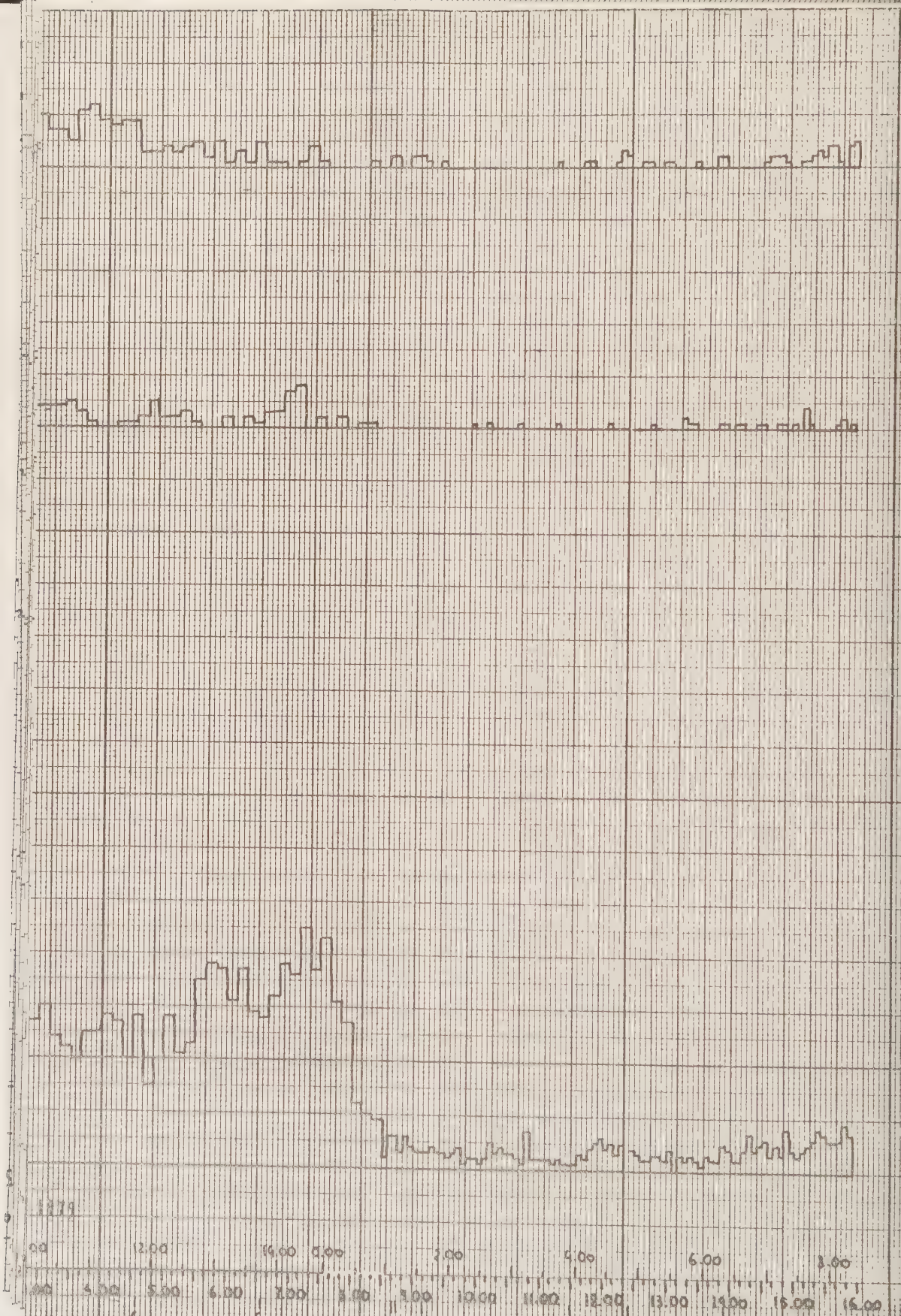
334.00

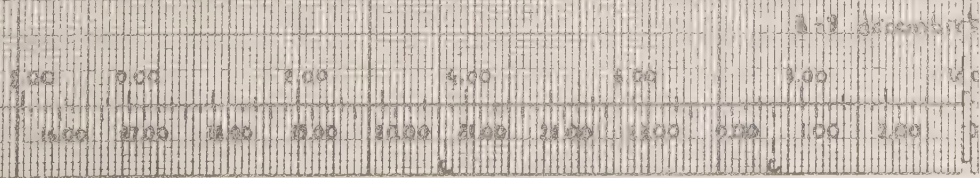
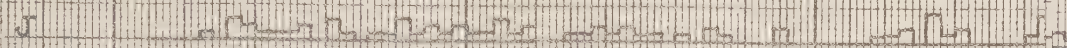
335.00

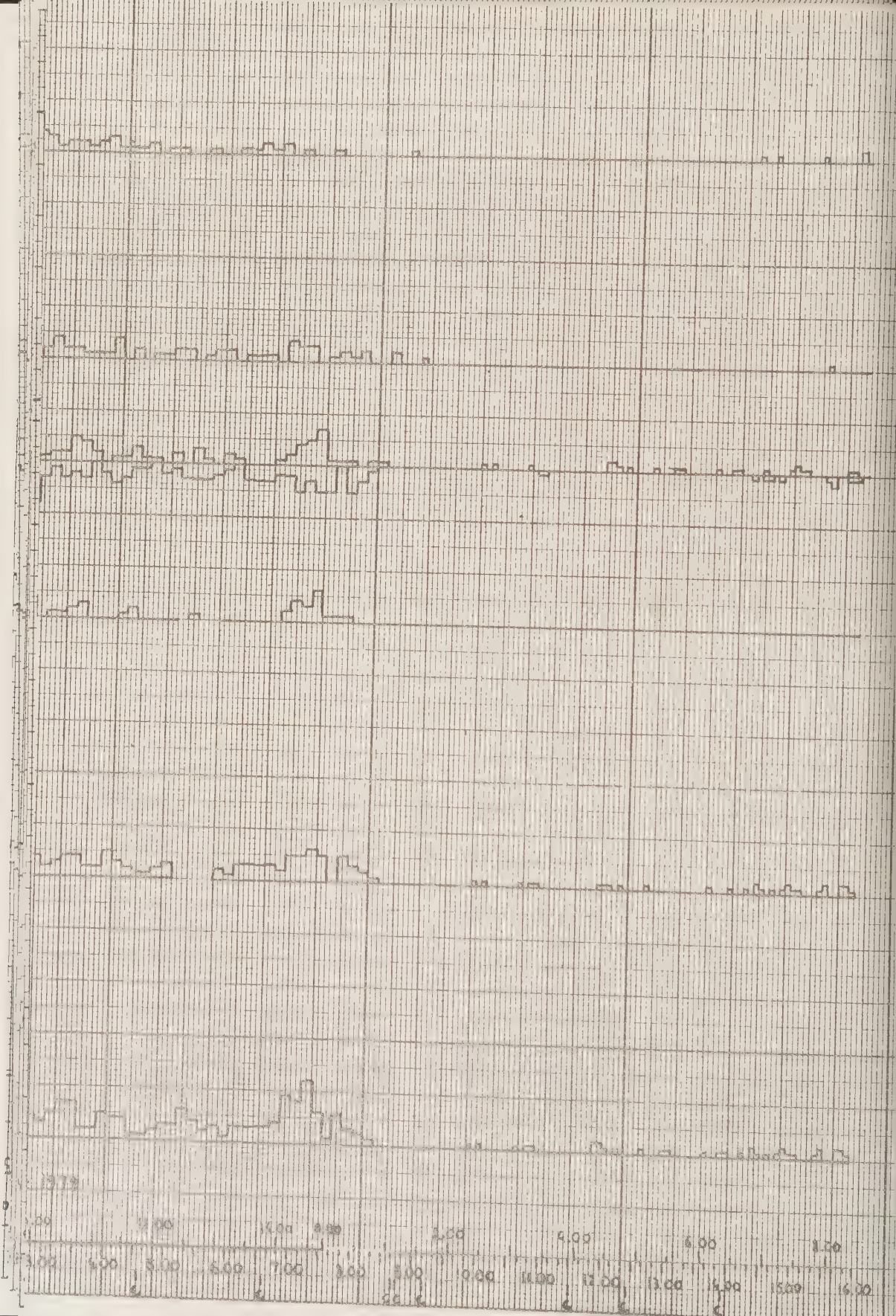
336.00

337.00

338.00







S



R



Q



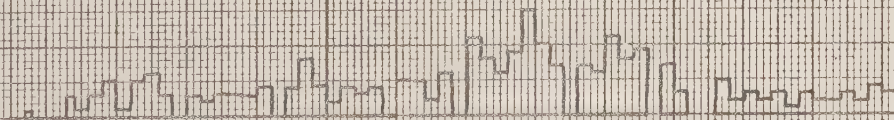
P



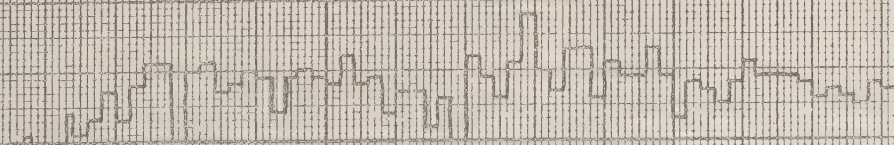
O



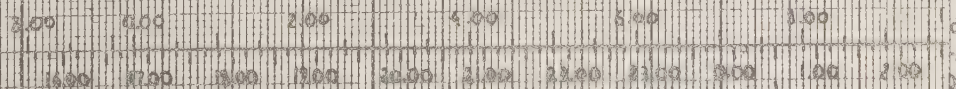
N

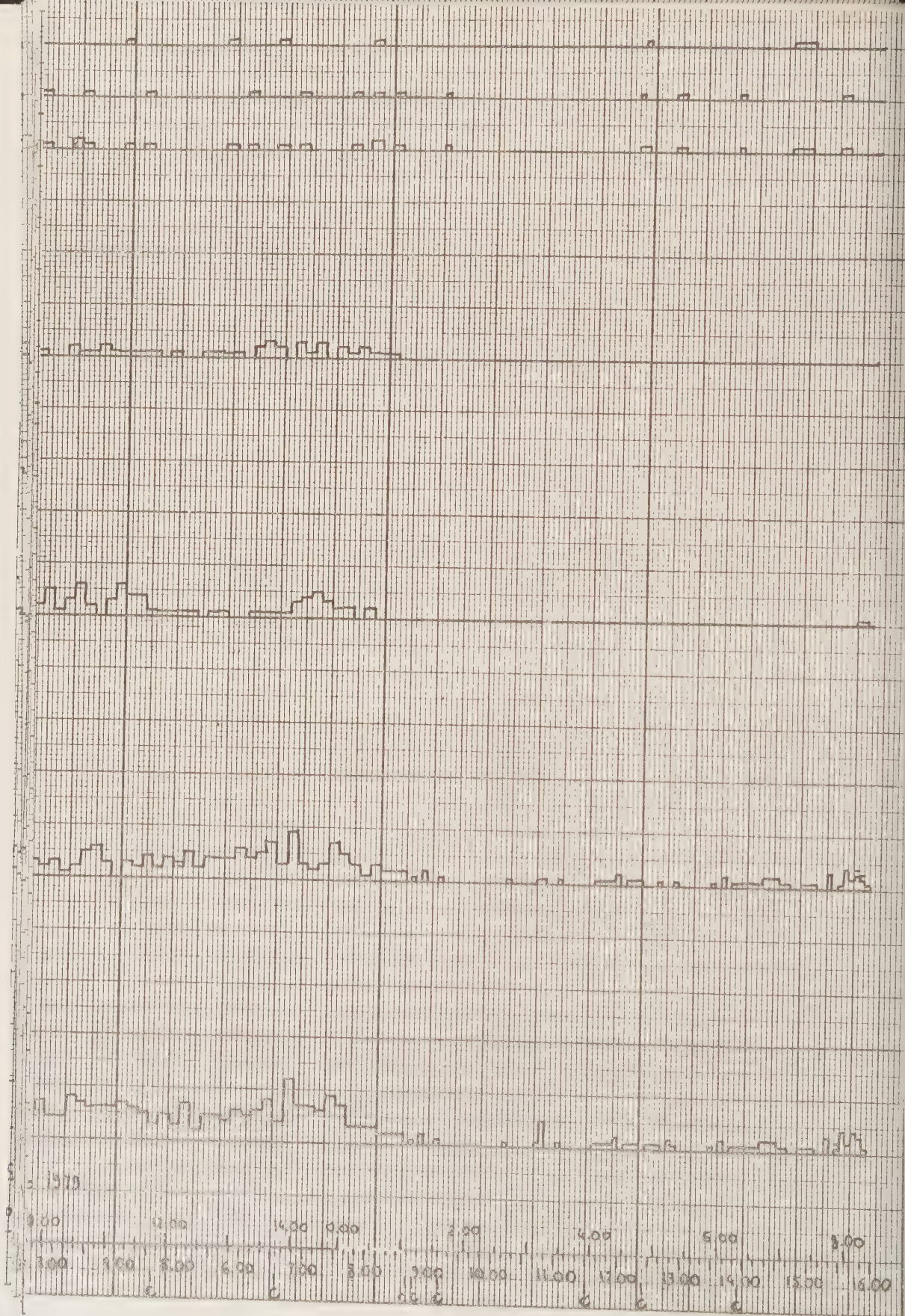


M



2-3 december





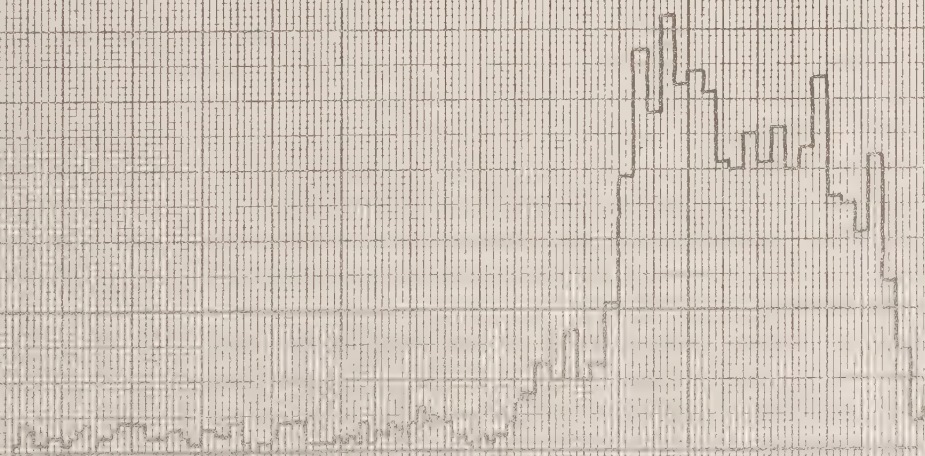
C



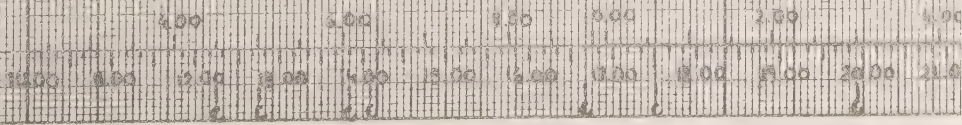
B

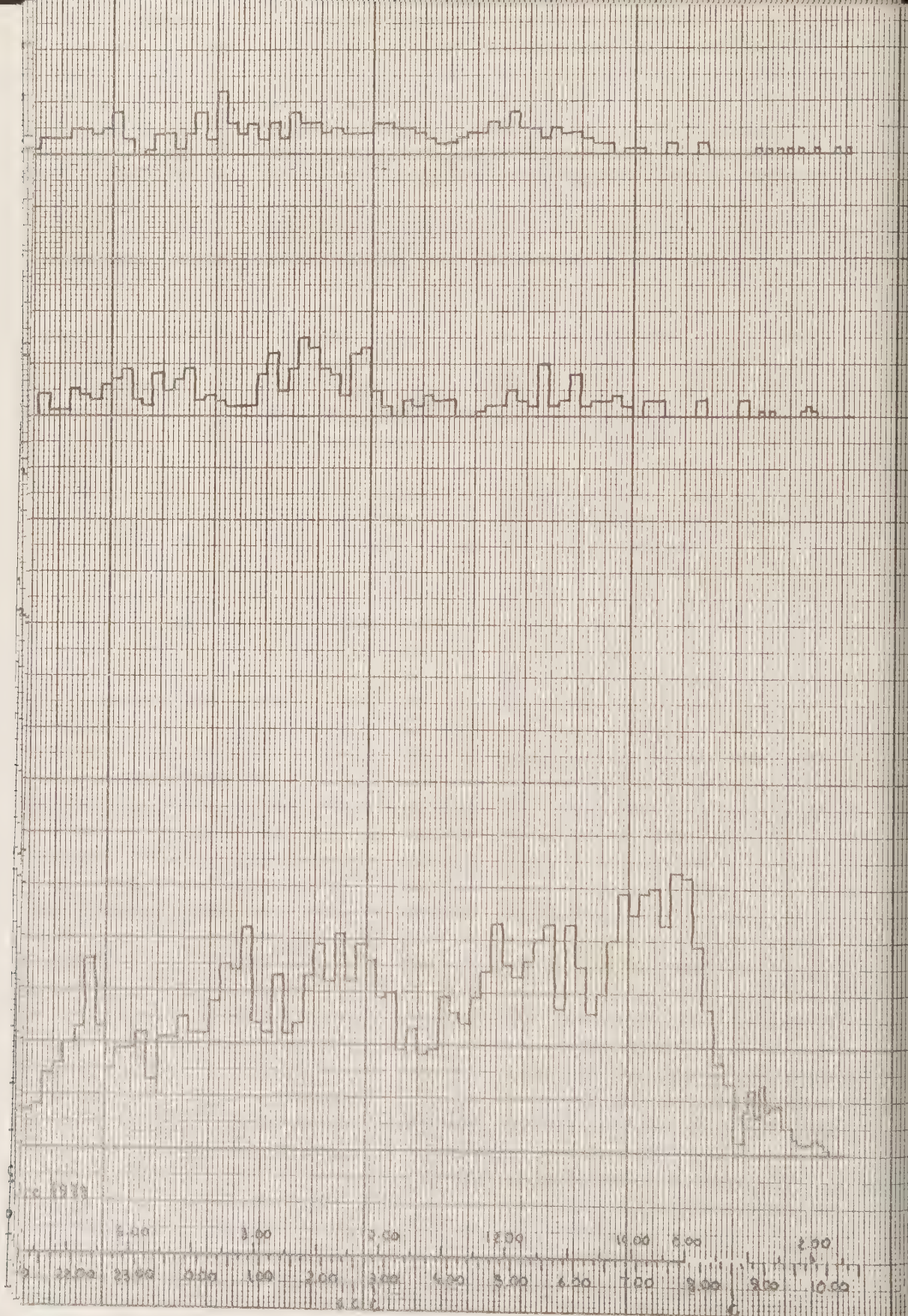


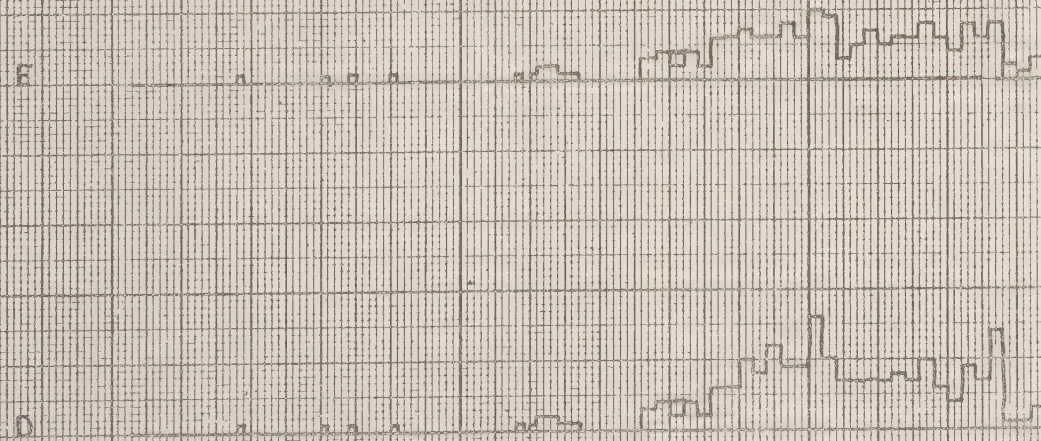
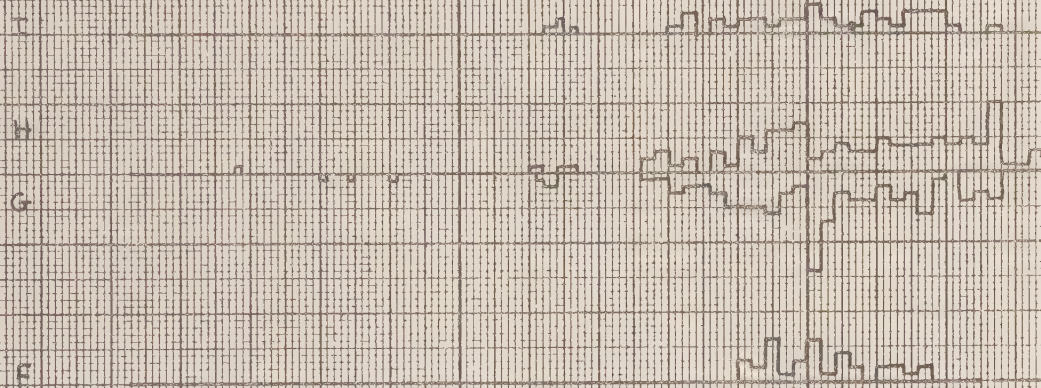
A



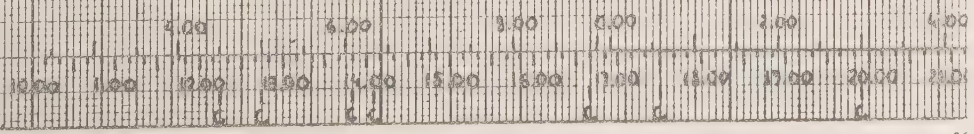
22-23 Dec 1968

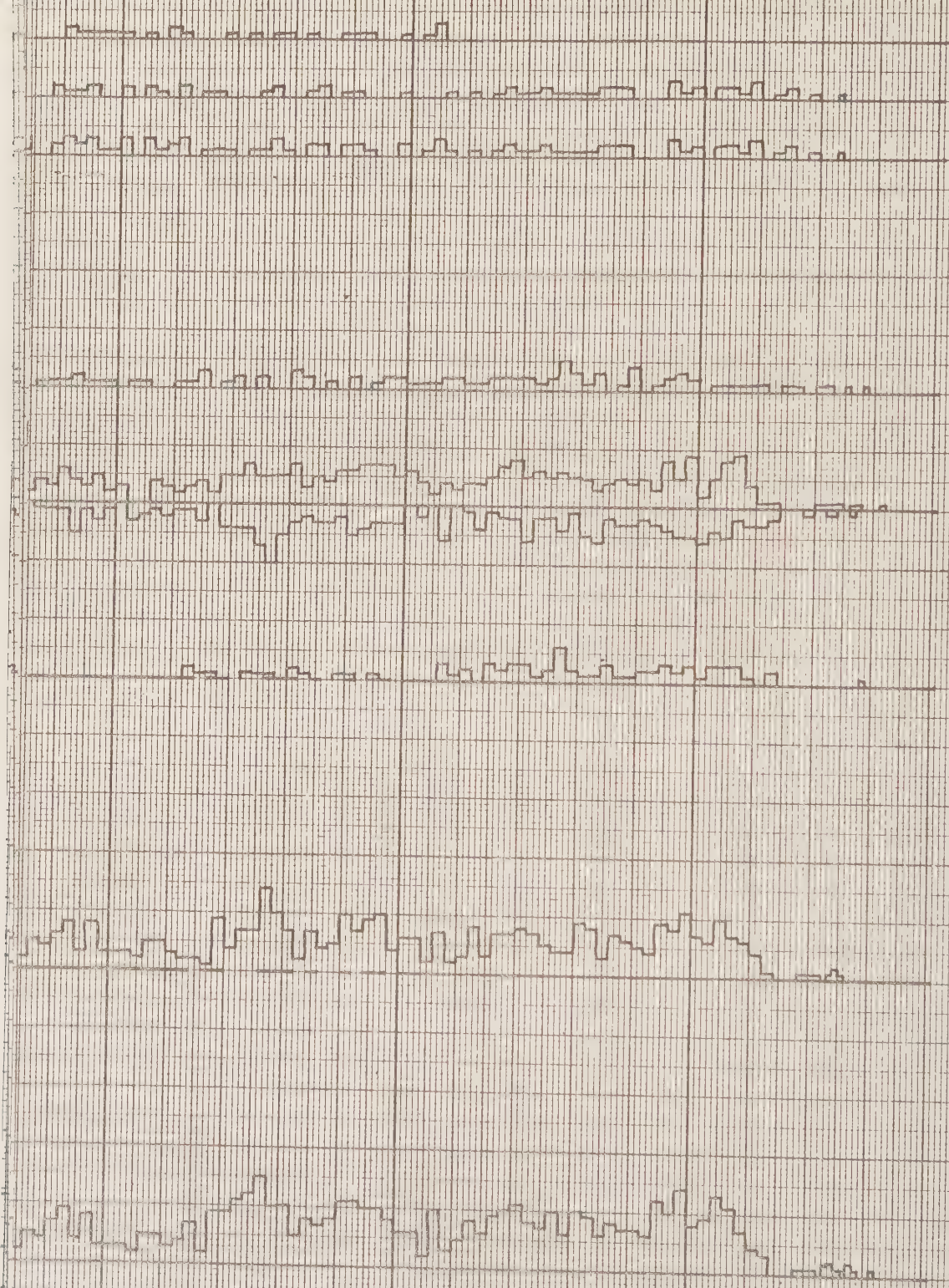




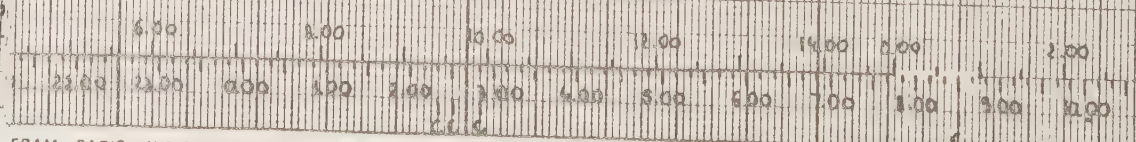


22-23 decem





dec 1979



S

R

Q

P

O

N

M

400 500 600 700 800
1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900
5 6 7 8 9

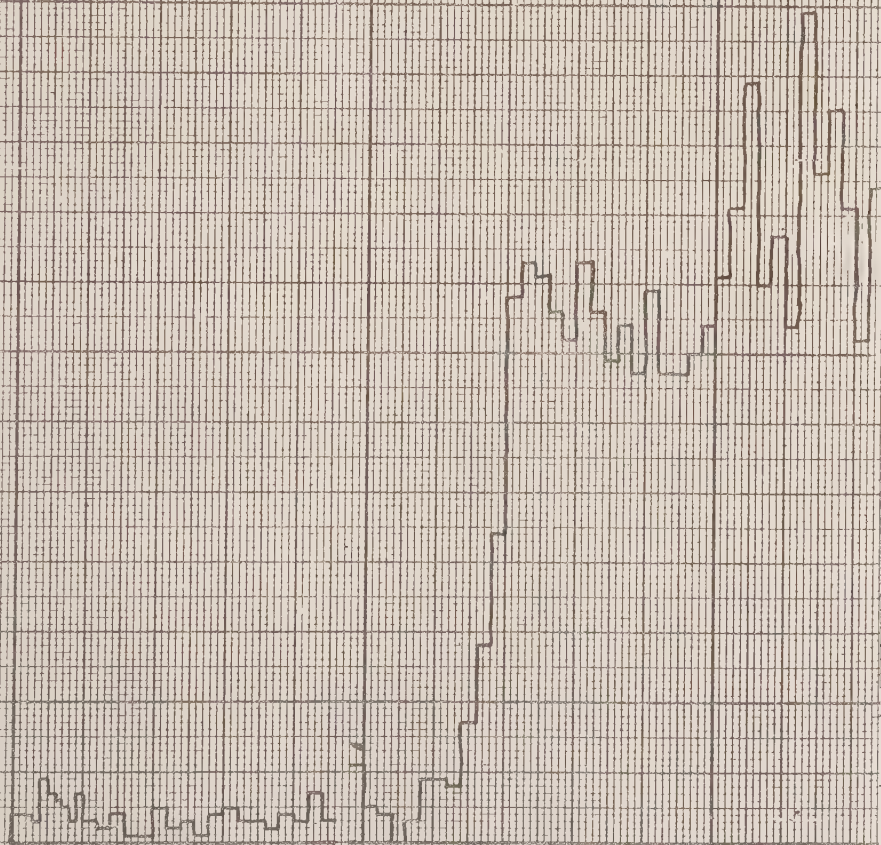
C



B



A



5-6 Sec

6.00

8.00

10.00 10.00

2.00

6.00

4.00

14.00

15.00

16.00

17.00

18.00

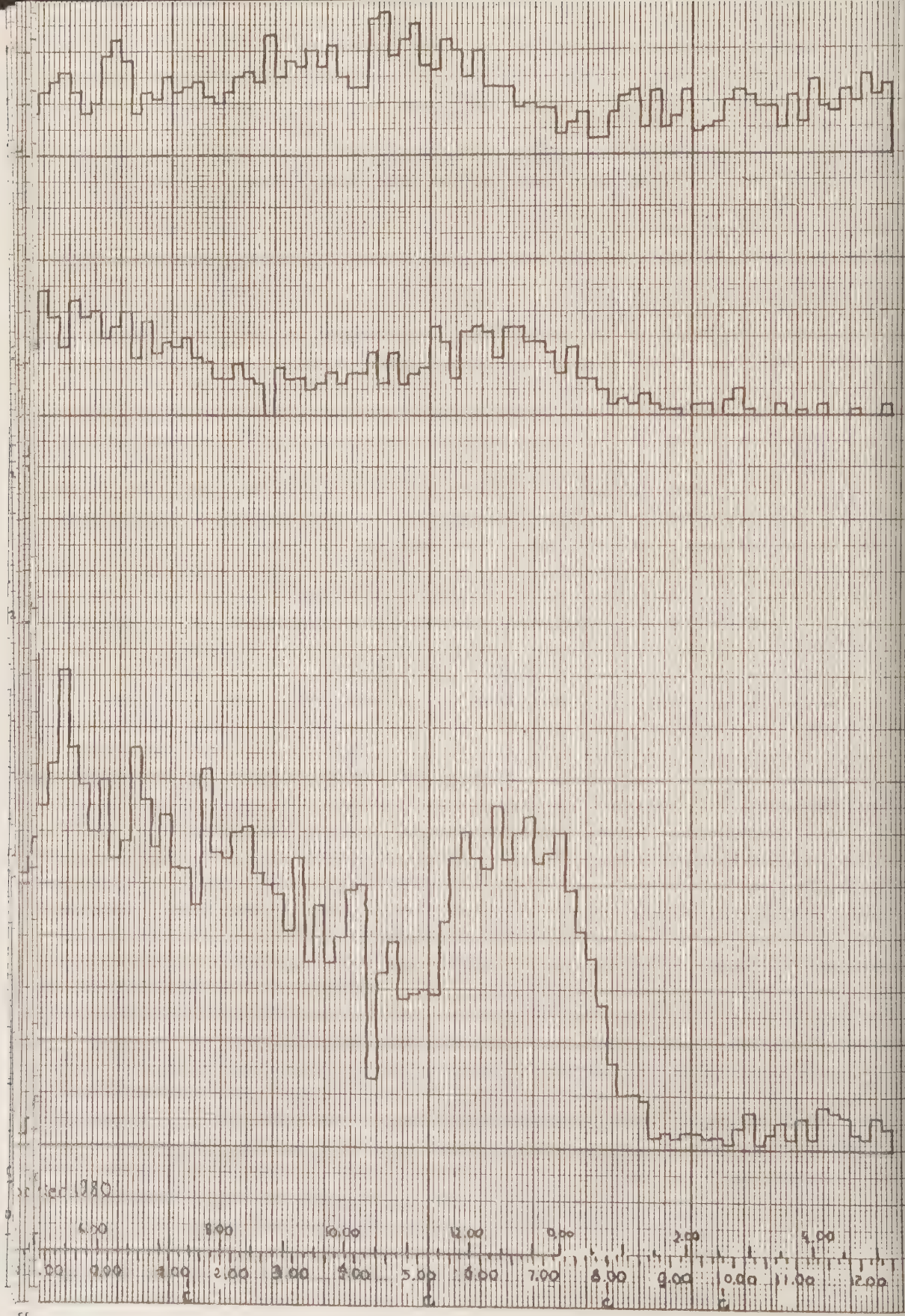
19.00

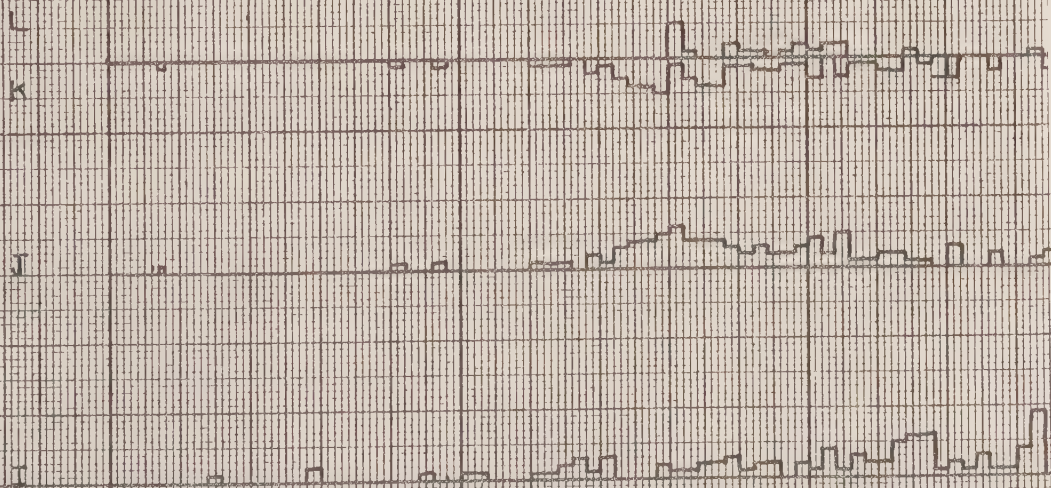
20.00

21.00

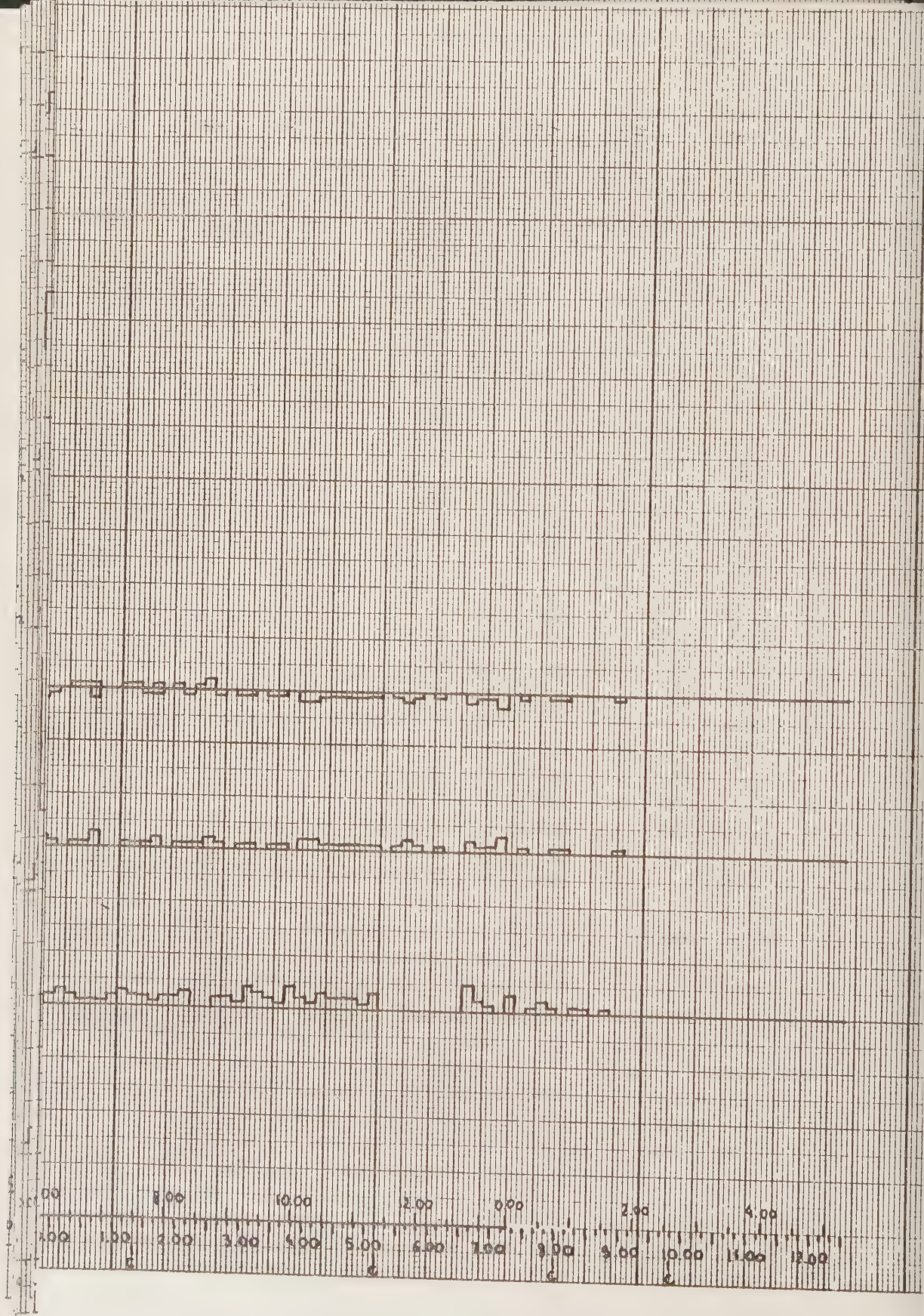
22.00

23





5-6 Février 1980



SUMMARY .



I. EXPERIMENTAL PROTOCOL

I.1. The rat - *Rattus norvegicus* (Berkenhout)

I.1.1. Classification

Rodentia - Sciurognathi - Myomorpha - Muroidea - Muridae -
Murinae - *Rattus*

I.1.2. Description

Typical morphology of *Rattus norvegicus* - comparison with *Rattus rattus* - osteology of the skull - dentition

I.1.3. Muridae's evolution

greats evolutionistic potentialities and wealth of adaptations of this family

I.1.4. Biology

I.1.4.a. biotope and traces

biotope : wet natural environment and surrounding of men -
foot prints - marks of incisor teeth - remains of food -
excrements - burrows

I.1.4.b. diet

the rat is omnivorous and eat to 20 p. 100 of its weight
daily - the food preference depends on nutritionnal, phy-
siological (energy requirements, hedonic influences), genetic,
ecological and behavioral (transmission from adults to
weanling rats) factors

I.1.4.c. senses and physical abilities

acute sense of taste and of olfaction - good physical abi-
lities

I.1.4.d. development and reproduction

new born are quite undevelopped - principal steps of the
development - sexual cycle - reproductive parameters

I.1.4.e. general evolution of populations

general laws : curve of biotic potential and observed
curve - regulatory factors - cycles - natality - mortality -
movements

I.1.5. Relations with man

I.1.5.a. commensal relations man - rat

the/at antropophyl rodent - history of the settlement by
Rattus norvegicus - rats and beliefs

I.1.5.b. damage to property

damage to structures : burrowing, gnawing, nesting -
food damage : destruction, contamination - the cost

I.1.5.c. public and animal health

principal diseases - transmission modalities - about
bilharziose

I.1.5.d. rat control

methods of control : physical, chemical (acute and anti-
coagulant rotenticides) biological and ecological

I.1.6. Laboratory rat and wild rat

Comparison between the behaviors of laboratory and wild rats -
data from litterature - discussion about the observed differences
and the modalities of their acquiring

I.2. Experimental environment

terrarium, 6,2 x 5,5 m in size, covered with a 40-50 cm thick layer of
natural soil - natural day - night cycle - shelters : board, bundle of hay -
water and goot ad libitum

I.3. General methods

I.3.1. The principal steps of the study

1st step (J 1 to J 77) : observation of the 6 released rats and
study of the ethogram and social hierarchy
2nd step (J 185 to J 301) : observation of the numerous rats and
study of activity rythms
3rd step (J 343 to J 361) : observation of the social interactions
and the activity rythms of some rats between all the animals pre-
sent in the terrarium
capture (J 415 to J 450)

I.3.2. General conventions

hours - marking of the animals - size - statistic methods

II. GENERAL EVOLUTION OF THE POPULATION

II.1. Number of present rats in the terrarium

continuous population growth without stabilization from 6 rats to 210
animals during 450 j - discussion

II.2. Population structure

study of the weight and the size of the animals

II.2.1. Population structure at the beginning of the study

description of the 6 rats released in the terrarium : males LA,
LY and LO ; females LA, LY and LO

II.2.2. Population structure during the study

The population grows old bit by bit : more heavy and old animal than young ones

II.2.3. Population structure at the end of the study

rats from 50 to 150 g : 8,1 p. 100 ; from 150 to 350 g : 73,4 p. 100 ; more than 350 g : 19,5 p. 100; a little more males than females

II.3. Reproduction

first pregnancies and first parturitions : the first young rats are seen at J 49 - hight reduction of the reproduction at the end of the study : less pregnant females, cannibalism

II.4. Pathological accidents

evolution of a bronchopneumonia with *Pasteurella multocida* : two accidents
9 dead rats between J 180 and J 192, 14 dead rats at J 414

II.5. Summary

III. DESCRIPTION OF THE BEHAVIORS

Importance of the ethogram - distinction between basic motory unit, behavioral unit and well ordered sequence

III.1. Maintenance behaviors

III.1.1. Sleeping

description

III.1.2. Comfort behaviors

III.1.2.a. toilet

long periods with sleeping, short periods with other behaviors - numerous behavioral units

III.1.2.b. bath

swimming in the drinking trough

III.1.2.c. stretching

III.1.3. Alimentary behaviors

III.1.3.a. drinking

duration shorter the night than the day - two modalities

III.1.3.b. eating

behavioral units - description of the behavioral unit taking

III.1.3.c. gnawing

III.1.3.d. coprophagy

ingesting feces that are on the soil

III.1.4. Defecating - urinating

defecation at some particular places - urination : no particular places

III.1.5. Transporting and stocking

III.1.5.a. transporting

no particular age, all things - description

III.1.5.b. stocking

things : hay, food - rats stocking - bibliographical review about the factors influencing stocking

III.1.6. Excavation

the animals doing this behavior - description of the behaviors observed in the terrarium : digging, scattering the soil at the entrance - other bibliographical data : digging, maintenance of the burrow, removing soil from a tunnel to an entrance, scattering the soil at the entrance.

III.2. Appetitive and exploratory behaviors

appetitive behavior: specific seeking behavior for a releasing stimulus situation which leads to the desired consummatory act - exploratory behavior : producing the orientation in time and space

III.2.1. Behavioral units of appetitive and exploratory behaviors

description : moving, raising posture, sniffing - taking contact with the environment : importance of visual cues

III.2.2. Exploration at the beginning of the study

patterns of exploration different for each rat : exploration from 11.20 (release) to 13.00 (local hours) by males LO and LA and female LA ; retaining in the evening by all the rats

III.2.3. Exploration during the study

III.2.3.a. periodic exploratory patrolling of the environment

data from plus maze - difficulties in observing this behavior in the terrarium

III.2.3.b. exploration after introduction of a new thing

introduction of a tray with wheat, or a person or a noise - different answers according to the rats

III.2.4. Neophobia

avoidance of new things - reduction of the ingestion of bait - differences according to individuals, strains, Rattus species

III.3. Social behaviors

The frequency of these behaviors is changed by the presence of a conspecific

III.3.1. Agonistic behaviors

aggression : physical act or threat action by one individual that reduces the freedom of another

III.3.1.a. behavioral units

description : heed fulness, naso-nasal touching, hasard encounter, going to, attack, reared up paws on-boxing, falling down, wrestling, biting, rump biting, jump, flight, pursuit, threat posture, sequestration

III.3.1.b. well ordered sequences of agonistic behaviors

beginning : going to (50,8 p. 100), attack (14 p. 100), hasard encounters (13,2 p. 100), heed fulness (6,2 p. 100) - end : flight (14,3 p. 100), sequestration (34,4 p. 100) pursuit (45 p. 100) - study of the succession of the behavioral unit - duration of the encounters (87 p. 100 less than 5 minutes)

III.3.1.c. discussion

comparison between our results and others works on rats caged or free - the space given to the rats seems to influence the end of agonistic encounters : in the terrarium no submission behaviors, more pursuit than flight, appearance of sequestration

III.3.1.d. influence of some factors upon the aggressivity

bibliographical data about the part of the oestrus of female and the part of sense of smell at the time of fight between males

III.3.2. Sexual behaviors

III.3.2.a. sexual following

the female is in pro-oestrus : she attracts the males but refuses mounting - general description of the behavior - behavioral units: naso-ano-genital touching, frial of mounting, kicking

III.3.2.b. sexual pursuit

the female is in oestrus : she attracts the males and accepts mounting - general description of the behavior - behavioral units: mounting, penis licking

III.3.2.c. discussion

provocation by a female, court by one male in *Rattus norvegicus*, ritual fight in *Rattus rattus*

III.3.3. Friendly behaviors

III.3.3.a. grooming

III.3.3.b. gregarious behaviors

two meaning : reunion of individual, search of contact

III.3.4. Marking

III.3.5. Robing

III.4. Behaviors of young rats and behaviors between youngs and adults

III.4.1. Maternal behaviors

behaviors doing by the mother and their duration - burying
reaction - sucking

III.4.2. Maintenance behaviors of young rats

sleeping, comfort behavior, alimentary behaviors, transporting, excavation, exploration

III.4.3. Play behaviors

individual play, social play - observed behavioral unit :
grooming, falling down, flight, pursuit, reared up paws on -
boxing, threat posture, jump, walkingon, going to - well ordered sequences

III.4.4. Interactions between youngs and adults

the youngs run after the adults the adults can drive then
off or groom then

IV. RANK ORDER

rank order developped within a group through occasionnal quarrel - study of competitions and aggressive behaviors.

IV.1. Study of the rank order during the first part of the study

3 males and 3 females - study of the percentage of interactions and the significant relations between the rats

IV.1.1. Victories and defeats

IV.1.2. Approach and recognition behaviors

IV.1.3. Attack, threat and sequestration behaviors

IV.1.4. Removal and flight behaviors

IV.1.5. Pursuit behaviors

IV.1.6. Discussion

with regard to the theoretic repartition, there are less interactions between male and female, more between males and between females : two social rank, one between males, one between females, and relations easier between the two sexes - social rank between females - evolution of the two social ranks throughout the first part of the study

IV.2. Social rank during the other parts of the study

second part : the number of aggressive interactions reduce with the increase number of animals - third part : only some animals are doing social interactions (male 1 and male 2)

IV.3. Consequences of the social rank

bibliographical review : alimentation, reproduction, biological rythms, territory, social stress

V. DISTRIBUTION OF ACTIVITY IN TIME

V.1. Circadian rythms of activity

V.1.1. Experimental results get in the terrarium

a rat is active when it is visible, it doesn't sleep and doesn't make its toilet during five minutes

V.1.1.a. first part of the study

one 48 hours observation : nocturnal activity, some rats are active at the end of the afternoon when the laboratory staff get out

V.1.1.b. second part of the study

seven 24 hour observations - some events of the global activity : light increase at the end of the light phase, abrupt increase ($15,7 \pm 10,8$ minutes after sunset), last first maximum ($50 \pm 9,6$ minutes after sunset), maximum ($33,6 \pm 11,1$ minutes before sunrise), abrupt decrease ($9,3 \pm 8,4$ minutes after sunrise), end of activity ($1 \text{ hour } 22 \pm 10,8$ minutes after sunrise) - regular ratio between the duration of the dark phase and the time interval between the first and the last maximum

V.1.1.c. third part of the study

seven rats studied - male 1 and male 2 : more than 50 p. 100 of activity with regard to the duration of the first half of the night, and more activity during the first half than the second - other rats : less than 50 p. 100 of activity and no differences between the two half of the night.

V.1.2. Bibliographical data

V.1.2.a. studies about isolated animals

oxygene consumption - phase of slow wave sleep and
para doxical sleep - visits to the arms of a plus-
maze

V.1.2.b. studies about grouped animals

in terrarium - in the natural environment

V.1.3. Discussion

nocturnal activity - description of anideal cycle - individual dif-
ferences

V.2. Circadian rythms of alimentary activity

V.2.1. Experimental resultes get in the terrarium

prevailing nocturnal activity without events well marqued and
regular - feeding : from 20 to 65 p. 100, drinking : from 0 to
30 p. 100, of the global activity - feeding during long periods

V.2.2. Bibliographical data

parameters of food intake in the laboratory rat isolated in a cage

V.2.3. Discussion

difficult comparison because our study is about grouped rats

V.3. Rythms of sexual behaviors

V.3.1. Circadian rythms of sexual behaviors

V.3.1.a. experimental results get in the terrarium

sexual following : all night long - sexual pursuit : first
half of the night

V.3.1.b. bibliographical data and discussion

comparison with results get in natural environment

V.3.2. Sexual cycle of the female

study of the three females during the first part of the study -
justification of the three periods of this part

V.4. Other circadian rythms

agonistic encounters - transporting - excavation - moving - activity of
suckling female

VI. USE OF THE SPACE

VI.1. Burrows

VI.1.1. Burrows during the first part of the study
evolution of the burrow system - possession of the burrows

VI.1.2. Structure of the burrows at the end of the study

VI.1.3. Discussion
burrow complexity - localization of the burrow

VI.2. Privileged places for some activities
defecation - sleeping out of the burrows

VI.3. Moving
in the terrarium - in the natural environment (radio-tracking)

VI.4. Summary

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHY

APPENDIX



I. C. VAUBECOUR
l'Imprimerie des étudiants lyonnais
11 et 13 Rue Vaubecour
LYON 69002 - Tél 842 - 45 - 85

